

**UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO**

MESTRADO EM: Gestão de Sistemas de Informação

**QUALIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE
INFORMAÇÃO: ANÁLISE DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

Nuno Miguel Correia Fernandes

Orientação: Professor Doutor António Palma dos Reis

Setembro/2005

UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA
INSTITUTO SUPERIOR DE ECONOMIA E GESTÃO

QUALIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO:
ANÁLISE DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Nuno Miguel Correia Fernandes

Setembro/2005

RESUMO

O crescente aumento de competitividade e exigência do cliente reforça a importância da qualidade, ao ponto de se tornar vital à sobrevivência das organizações responsáveis pelo desenvolvimento de sistemas de informação e daquelas que os utilizam para competir no mercado. A qualidade deve ser analisada e gerida nas suas várias vertentes e de uma forma integrada. Destaca-se a qualidade organizacional, a qualidade do processo, a qualidade do produto (interna e externa) e a qualidade para o cliente. É importante no âmbito da qualidade do processo, precisar procedimentos e princípios para a qualidade na fase de análise, para que esta possa contribuir para a produção de sistemas de informação de qualidade (qualidade do produto) e que estes vão ao encontro das características de qualidade na óptica do cliente (qualidade para o cliente).

São apresentadas sugestões para o desenvolvimento de um modelo de análise com mais qualidade. Foi aplicado um questionário a gestores de projecto, com o intuito de estabelecer uma ligação entre qualidade na fase de análise e qualidade do produto (nos seus diversos parâmetros). Verificou-se a existência de evidência estatística de correlação significativa e estabeleceu-se um quadro geral da qualidade nas suas diversas vertentes, junto das empresas inquiridas.

Palavras-chave: qualidade, desenvolvimento de sistemas de informação, análise, levantamento de requisitos, especificação de requisitos, revisão de especificação.

ABSTRACT

The present increase in competitiveness and customer demand reinforces the importance of quality, to the extent of becoming vital to the survival of the organisations responsible for the development of information systems and of those which use them to compete in the market. Quality should be analysed and managed in its different aspects and in an integrated way. The organisational quality, the quality of the process, product quality (internal and external) and the quality for the customer are emphasized. As regards the quality of the process it is important to clarify procedures and principles for the quality in the phase of analysis, so that this one can contribute to the production of quality information systems (product quality) which meet the features of quality from the customer's view (quality for the customer).

Some suggestions for the development of a high quality analysis are presented. A survey was submitted to project managers with the purpose of establishing a connection between quality in the phase of analysis and product quality (in its different parameters). The existence of statistic evidence of significant correlation was determined and a general standard of the quality in its various parameters was established, for the enterprises surveyed.

Key words: quality, development of information systems, analysis, requirements elicitation, requirements specification, revision of specification.

DEDICATÓRIA

Aos meus avós Fortunato Paes Corrêa e Maria Julia Freire Paes Corrêa que estão sempre e para sempre presentes.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de manifestar a minha sincera gratidão:

- Ao Professor Doutor António Palma dos Reis, orientador da dissertação, pela sua contribuição;
- A todos os que colaboraram no preenchimento dos questionários e àqueles que colaboraram no esforço de persuasão para o preenchimento, sem os quais o número de respostas seria bem menor;
- Aos colegas de Pós-Graduação e de Mestrado, António Fernandes, Carlos Pereira, Rui Monteiro, Rui Raposo e Pedro Moreno, pela força nesta caminhada que todos partilhámos;
- À minha família pelo amor e por todo o apoio neste empreendimento e noutros que continuamente me empenho;
- À minha Ritinha pelo amor “sem tamanho” e compreensão pelo pouco tempo disponível.

ÍNDICE

1. Introdução	12
2. O Conceito Qualidade.....	16
2.1 Definição de qualidade	16
2.2 A Evolução da qualidade	20
2.2.1 Inspeção.....	20
2.2.2 Controlo de qualidade	20
2.2.3 Garantia de qualidade	21
2.2.4 Total Quality Management (TQM)	21
2.3 Custos da qualidade.....	22
2.4 Diferentes abordagens de qualidade.....	25
2.4.1 W. Edwards Deming.....	26
2.4.2 Joseph M. Juran.....	29
2.4.3 Philip B. Crosby	32
2.4.4 Armand V. Feigenbaum.....	33
2.5 Sistemas e organismos de qualidade	34
2.6 Aspectos da qualidade no desenvolvimento de sistemas de informação	37
3. A Análise de Sistemas de Informação	41
3.1 Processos, metodologias, técnicas e ferramentas de desenvolvimento de sistemas de informação	41
3.1.1 Processos de desenvolvimento de sistemas de informação	41
3.1.2 Metodologias, técnicas e ferramentas de desenvolvimento de sistemas de informação	47
3.2 As Fases do Processo de Desenvolvimento de Sistemas de Informação	53
3.2.1 Fase de planeamento.....	55
3.2.2 Fase de análise.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.3 Fase de desenho.....	56
3.2.4 Fase de desenvolvimento	57
3.2.5 Fase de testes.....	57
3.2.6 Fase de implementação	58
3.2.7 Fase de manutenção.....	58
3.3 Fase da análise	59
3.3.1 Reconhecimento do problema.....	61
3.3.2 Levantamento de requisitos	61
3.3.3 Especificação de requisitos	67
3.3.4 Revisão da especificação	71
4. A Qualidade na Análise de Sistemas de Informação	73
4.1 Atributos e métricas da qualidade do software	74
4.2 Gestão de projectos e a qualidade	76
4.3 Abordagem CMM (Capability Maturity Model)	79
4.4 As normas de qualidade.....	83
4.4.1 Norma ISO 9000-3	84
4.4.2 Norma ISO 9126	84
4.4.3 Norma ISO 12207.....	87
4.4.4 Norma ISO 15504/SPICE.....	92
4.4 Modelo de qualidade proposto.....	96
4.4.1 Qualidade organizacional.....	97

4.4.2 Qualidade do processo	100
4.4.3 Qualidade do produto	101
4.4.4 Qualidade para o cliente	102
4.5 Qualidade na fase de análise	103
4.5.1 Reconhecimento do problema	105
4.5.2 Levantamento de requisitos	105
4.5.3 Especificação de requisitos	110
4.5.4 Revisão da especificação	112
5. Metodologia de Investigação.....	115
5.1 Objectivos de investigação	115
5.2 Hipóteses de investigação.....	116
5.3 Construção do questionário	117
5.4 Obtenção de dados e amostragem	118
6. Análise de Resultados.....	120
6.1 Relação entre os factores de qualidade e a qualidade na fase de análise	127
6.2 Correlacção entre qualidade na análise e qualidade do produto	129
7. Considerações Finais.....	132
7.1 Limitações do estudo.....	132
7.2 Conclusões	133
7.3 Orientações para investigações futuras	135
Anexo I – Questionário	138
Anexo II – Tabelas de Frequências	142
Anexo III – Estatísticas Descritivas.....	157
Anexo IV - Testes de Normalidade.....	160

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –Definição de qualidade.....	17
Tabela 2 – 14 Princípios de Deming	27
Tabela 3 –Método de Deming	28
Tabela 4 – 10 Passos de Juran	30
Tabela 5 – Funções da gestão.....	30
Tabela 6 – 14 Passos de Crosby para a melhoria de qualidade.....	33
Tabela 7 – Requisitos da norma ISO 9000:2000	36
Tabela 8 – Princípios de gestão da qualidade	37
Tabela 9 – Metodologias estruturadas	47
Tabela 10 – Metodologias orientadas a objectos.....	49
Tabela 11 – Características das métricas	75
Tabela 12 – Corpo de conhecimentos da gestão de projectos.....	77
Tabela 13 – Distribuição das áreas-chave de processo no CMMI.....	82
Tabela 14 - Níveis de maturidade (modelo por fases)	82
Tabela 15 – Caracterização dos indivíduos.....	120
Tabela 16 – Factores de qualidade na análise de sistemas de informação	121
Tabela 17 – Avaliação da qualidade na análise de sistemas de informação.....	122
Tabela 18 – Avaliação da qualidade organizacional.....	124
Tabela 19 – Avaliação da qualidade do produto.....	125
Tabela 20 – Factores de qualidade da fase de análise	125
Tabela 21 – Avaliação da qualidade da análise.....	127
Tabela 22 – Correlação factores de qualidade/qualidade	128
Tabela 23 – Correlação qualidade da análise/qualidade do produto	130

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução dos custos da qualidade.....	24
Figura 2 – Função contínua de perda (Taguchi).....	25
Figura 3 – Ciclo PDCA	26
Figura 4 – Teoria para a gestão da qualidade.....	29
Figura 5 – Trilogia da qualidade	31
Figura 6 – Técnicas de modelização	69
Figura 7 – Modelo de desenho e análise de métricas	76
Figura 8 – Qualidade no ciclo de vida segundo norma ISO/IEC 9126-1 (2001)	84
Figura 9 – Processos do ciclo de vida do software	88
Figura 10 - Processo de avaliação do software.....	92
Figura 11 – Processos do Software	96
Figura 12 – Modelo de qualidade	97
Figura 13 – Gestão de projectos	100
Figura 14 – Tarefa de levantamento de requisitos.....	107
Figura 15 – Qualidade no levantamento de requisitos	109

1. Introdução

O contexto actual é de aumento exponencial da competição internacional cada vez mais sustentada na qualidade. Juran (1993) resume esta premissa ao afirmar que o século XX foi o século da produtividade e o século XXI será o século da qualidade. A qualidade passou de característica importante a característica fundamental e exigida pelo cliente. Neste trabalho aborda-se a qualidade no domínio dos sistemas de informação, em diversas vertentes (organizacional, processo, produto e no uso). É dada especial atenção à qualidade na fase de análise do desenvolvimento do sistema de informação, por se considerar que esta fase é na prática das mais negligenciadas, tem um elevado potencial de melhoria e tem um elevado impacto na qualidade do produto.

Os diversos conceitos são apresentados de forma encadeada e lógica. Inicia-se com o conceito de qualidade, aborda-se o processo de desenvolvimento de sistemas de informação e estabelece-se a ligação entre o processo de desenvolvimento e a qualidade, com especial atenção à fase de análise. Os conceitos apresentados são utilizados na construção e análise de um inquérito, ministrado a gestores de projecto. Apresenta-se a divisão da dissertação, de forma sucinta:

No capítulo 2 “O Conceito Qualidade” aborda-se o conceito qualidade em diversas perspectivas, a evolução da qualidade, os custos da qualidade, as diferentes abordagens de qualidade, os sistemas e organismos de qualidade e os aspectos da qualidade no desenvolvimento de sistemas de informação. O conceito, evolução e os sistemas e organismos da qualidade dão o enquadramento geral da temática da qualidade. O custo da qualidade surge como uma forma de abordagem bastante difundida, talvez por ser a linguagem mais direccionada aos gestores/decisores. As diferentes abordagens de

qualidade (W. Edwards Deming, Joseph M. Juran, Philip B. Crosby e Armand V. Feigenbaum) fornecem as bases para um dos vectores de qualidade desenvolvidos neste trabalho – a qualidade organizacional. Os aspectos da qualidade no desenvolvimento de sistemas de informação estabelecem a ponte entre a qualidade e o domínio dos sistemas de informação, apresentando um quadro geral, em termos de evolução e *status quo* da qualidade que Yourdon (1992) caracteriza de “pouca paixão”.

No capítulo 3 “A Análise de Sistemas de Informação” aborda-se o processo de desenvolvimento de sistemas de informação, com especial atenção para a fase de análise. São apresentados diversos processos, metodologias, técnicas e ferramentas de desenvolvimento de sistemas de informação, as fases do processo de desenvolvimento e as diversas tarefas da fase de análise. No que diz respeito aos processos, abordam-se o modelo em cascata, o modelo de prototipagem e os modelos iterativos e incrementais. No que se refere às metodologias, técnicas e ferramentas apresentam-se diversas metodologias estruturadas e metodologias orientadas a objectos, as ferramentas CASE, a prototipagem e a reutilização de código. Apresenta-se o processo de desenvolvimento e as suas fases (planeamento, análise, desenho, desenvolvimento, teste, implementação e manutenção). É dada especial atenção à fase de análise, que é dividida nas tarefas: reconhecimento do problema, levantamento de requisitos, especificação de requisitos e revisão da especificação. Cada uma destas tarefas é detalhada.

No capítulo 4 “A Qualidade na Análise de Sistemas de Informação” estabelece-se a ligação entre os dois capítulos anteriores, aplicando-se o conceito de qualidade ao domínio do desenvolvimento de sistemas de informação. São abordadas as métricas da qualidade do software onde se destaca a importância de medir que DeMarco (1982)

resume bem: “you can’t control what you can’t measure”. Neste capítulo é proposto um modelo de qualidade que integra quatro dimensões de qualidade (organizacional, processo, produto e para o cliente). Todas estas dimensões devem ser analisadas numa perspectiva integrada. A qualidade organizacional cria as condições para a melhoria do processo. A melhoria de qualidade do processo é uma das formas de atingir a melhoria da qualidade do produto e melhorar a qualidade do produto é uma forma de melhorar a qualidade percebida pelo cliente (ISO 9126-1 2001). Conforme referido nesta norma, avaliar a qualidade para o cliente possibilita a melhoria de qualidade do produto, assim como avaliar a qualidade no produto pode possibilitar melhorias no processo. Por outro lado, e sendo que o processo de desenvolvimento conta com o envolvimento do cliente é natural que afecte a sua percepção de qualidade. A avaliação de qualidade para o cliente possibilita também alterações ao nível da qualidade do processo de desenvolvimento. Finalmente, a avaliação e melhoria da qualidade do processo, pode afectar a melhoria da qualidade organizacional. A convicção da importância da fase de análise, para a qualidade do sistema de informação e a quantidade de falhas a que está sujeita, quer pela sua complexidade, quer pela pouca relevância que no terreno lhe é atribuída, coloca-a no centro da investigação deste trabalho. É importante no âmbito da qualidade do processo, precisar procedimentos e princípios para a qualidade na fase de análise, para que esta possa contribuir para a produção de sistemas de informação com qualidade e que estes vão ao encontro das características de qualidade na óptica do cliente.

O capítulo 5 “Metodologia de Investigação” apresenta a metodologia adoptada, que passa pela revisão bibliográfica e pela aplicação e análise de questionários a gestores de projecto integrados em empresas que desenvolvem sistemas de informação. São

abordados os objectivos, definidas as hipóteses de investigação, descrita a construção do questionário e obtenção dos dados.

No capítulo 6 “Análise dos Resultados” é feita a análise dos dados obtidos. São usadas estatísticas descritivas para a avaliação da qualidade nas vertentes (organizacional, processo e produto). É medida a qualidade na fase de análise de um projecto em concreto atribuindo ponderadores às medidas de qualidade (de acordo com a relevância atribuída a essas variáveis). São feitos testes estatísticos para testar a correlação entre um conjunto de factores de qualidade seleccionados e a qualidade na fase de análise e entre a qualidade na fase de análise e a qualidade do produto final.

No capítulo 7 “Considerações Finais” apresentam-se as limitações do estudo, as conclusões e alguns caminhos para investigações futuras.

2. O Conceito Qualidade

Conforme afirma Juran (1993) estamos perante uma rápida expansão da competição internacional em qualidade. Segundo o mesmo autor essa expansão é causada pela convergência de forças como: a proliferação de multinacionais, uma crescente competição global, o desenvolvimento de mercados regionais que destroem proteccionismos e a protecção ambiental. Desta informação podemos retirar uma previsão lógica: *“The 20th century has been the century of productivity. The 21st century will be the century of quality”* (Juran 1993). A qualidade passa de característica importante para característica fundamental e exigida pelo cliente, Feigenbaum em Litsikas (1995) afirma *“a poor man can’t afford to buy cheap, he has to buy quality”*, *“ser barato já não garante a conquista de mercados, mas uma qualidade duradoura permite esse objectivo”* (Ganhão 1991). Citado por Ganhão (1991) o então presidente da IBM (John F. Ackers) afirma *“a qualidade é uma tarefa de todos...a qualidade é essencial para permanecermos na corrida”*.

2.1 Definição de qualidade

A definição de qualidade não é consensual. Segundo Domingues (2000) varia de acordo com as pessoas, os grupos sociais, os sectores de actividade e as épocas, depende muito das definições sociais. *“Para onde quer que olhemos parece que sempre deparamos com pessoas, movidas por diferentes vontades, e orientados por diversas racionalidades de participação. Seguem diversas orientações normativas, agem de forma situada no espaço, no tempo e nas relações sociais. E a qualidade depende essencialmente disto – das suas intenções, atenção e razão”* (Domingues 2000). Segundo Goetsch e Davis (1997) poucos consumidores poderiam definir qualidade se lhes fosse perguntado, contudo todos a reconhecem. Este é um ponto crítico, a qualidade está na forma de ver

do observador, está envolvida em subjectividade. Analisando vários especialistas em gestão da qualidade, associações de consumidores e organismos de normalização não se encontram definições totalmente coincidentes.

Reeves e Bednar em 1994 citados por Pego (2002) sugerem uma classificação para as definições da qualidade que incorporam a “excelência”, o “valor”, a “conformidade com as especificações” e o “conhecimento e/ou superação das exigências do cliente”. Os autores argumentam que a diversidade inerente a estas definições, implica que o conceito de qualidade seja tão lato e inclua tantas componentes que será difícil que qualquer modelo as tente abarcar a todas. Os autores concluem que a complexidade e multiplicidade de perspectivas historicamente associadas ao conceito, condiciona o desenvolvimento da investigação teórica e prática e que, em última instância, a procura de uma definição universal para a qualidade que fizesse “lei” tenha fracassado.

Garvin (1988) considera as várias definições de qualidade em cinco categorias: Transcendentais, baseadas no produto, baseadas na produção, baseadas no utilizador e baseadas no valor (Tabela 1).

Tabela 1 –Definição de qualidade

Transcendental	A qualidade é sinónimo de excelência inata, é absoluta e universalmente reconhecida, uma marca de <i>standards</i> inflexíveis e alta realização.
Baseada no produto	A qualidade é precisa e uma variável mensurável. As diferenças de qualidade, reflectem diferenças na quantidade de algum ingrediente ou atributo do produto. Esta abordagem caracteriza-se pela objectividade.
Baseada na produção	A qualidade está relacionada com práticas de engenharia e produção. Esta abordagem situa-se no lado da oferta. As definições de qualidade estão relacionadas com a ideia de conformidade com as normas.
Baseada no utilizador	Assume-se que os consumidores individuais têm diferentes desejos e necessidades. Os bens que melhor satisfazem as suas preferências são aqueles que se consideram ter maior qualidade. Trata-se de uma abordagem com elevado grau de subjectividade.
Baseada no valor	A qualidade é definida em termos de custo ou preço. Um produto de qualidade caracteriza-se por uma boa performance e conformidade, a um preço ou custo aceitável.

Fonte: Adaptado de Garvin (1988)

Segundo Deming (1986) a organização da empresa para a qualidade deve orientar-se para o cliente, cujas necessidades presentes e futuras são a parte mais importante da produção com qualidade. A definição de Ross referenciada por Leal (2000) é simples e clara na sua orientação ao utilizador: *“o cliente satisfeito”*. Segundo Domingues (2000) *“a base do sucesso encontra-se, por um lado, na combinação entre missão, visão e valores sociais, propiciadora da identidade corporativa necessária à identificação do modo de fazer as coisas e, por outro lado, na procura e descoberta de novas oportunidades, buscando sempre fazer melhor as coisas e surpreender os clientes”*. Actualmente é mais frequente a perspetivação do conceito de qualidade em torno do cliente.

Segundo Juran (1988) a qualidade é a ausência de falhas no produto, que através das suas características, satisfaz o cliente e vai ao encontro das suas necessidades. Juran defende que a qualidade é definida pelo utilizador e no caso de o cliente não perceber que um produto tem uma boa qualidade então a organização falhou (Witzel 2003). Na opinião de Feigenbaum a qualidade corresponde a uma determinação do cliente, este entende qualidade como *“o conjunto total de características compostas de um produto ou serviço, em termos de Marketing, Engenharia, Produção e Manutenção, através das quais o produto ou serviço em utilização serão capazes de satisfazer as expectativas dos clientes”* (Leal 1999). Crosby afirma que *“a qualidade significa estar em conformidade com os requisitos; é prevenção; significa zero defeitos; deve ser medida pelo custo de não conformidade”* (Farto 1997).

Conforme a Norma NP EN ISO 9000 (2000) a qualidade é “*grau de satisfação de requisitos dado por um conjunto de características intrínsecas*”. Segundo a mesma norma requisito é “*necessidade ou expectativa expressa, geralmente implícita ou obrigatória*”.

Apesar de não existir uma definição com aceitação universal, podem ser destacados alguns elementos comuns às várias definições: Qualidade envolve ir ao encontro ou exceder as expectativas dos clientes; qualidade aplica-se a produtos, serviços, pessoas, processos e ao meio envolvente; qualidade é um estado de constante mutação (o que é considerado qualidade hoje pode não ser suficientemente bom para o ser amanhã). A partir destes elementos de intercepção dos vários conceitos, Goetsch e Davis (1997) constroem a definição “ *qualidade é um estado dinâmico associado a produtos, serviços, pessoas, processos e meio envolvente que vão ao encontro ou excedem expectativas*”.

A noção de cliente deve ser explicitada, este é o receptor de um produto e adquire a designação de utilizador, se considerado como destinatário do produto final, ou de cliente interno e externo, se considerado na perspectiva da organização. A produção de bens e serviços organiza-se em diversas fases, compostas por vários processos e tarefas. Cada fase deve estar orientada para um cliente (cliente interno) da fase seguinte sem perder de vista o cliente final (cliente externo).

É importante manter o cliente bem informado. Segundo Feigenbaum em Litsikas (1995) um cliente informado é o melhor cliente, uma das razões prende-se com a prática do “passa-palavra”, isto é, quantas mais pessoas conhecem bem um produto que gostam

melhor podem explicar aos outros porque devem comprar o produto. Feigenbaum acrescenta *“people will tell eight other people if they like a product. On the other hand, they will tell 22 people if they don't like a product”*.

2.2 A Evolução da qualidade

Em relação ao processo de evolução da qualidade não existe uma total convergência. As diferenças encontram-se no número de etapas, na denominação das etapas e na forma de transição entre estas. Na concepção de Garvin (1988) temos quatro etapas inseridas num processo gradual de evolução: Inspeção, Controlo Estatístico da Qualidade, Garantia da Qualidade e Gestão Estratégica da Qualidade (TQM – Total Quality Management).

2.2.1 Inspeção

Os processos de inspeção tornam-se necessários com o aumento de produções em larga escala e necessidade de se garantir a não variabilidade. Com base num sistema baseado na inspeção uma ou mais características do produto, serviço ou actividade são examinados, medidos, testados ou comparados com requisitos para avaliar a conformidade. Conforme refere Basto (2000) a qualidade baseada na inspeção penaliza as práticas que levam à inovação e não inovar representa um decréscimo de competitividade da organização ao longo do tempo.

2.2.2 Controlo de qualidade

Durante os anos 30 foram criados métodos estatísticos de amostragem de forma a acompanhar o aumento do volume de produção. À medida que os produtos se tornam normalizados com o intuito de permitir a produção em massa, o controlo de qualidade foi a solução encontrada para se produzir grandes lotes de componentes intermutáveis e

para lidar com o problema da variação. A existência de variação não é questionável, contudo deve ser distinguida aquela que é aceitável, devido a causas aleatórias, daquela que é fruto de causas especiais. Com o controlo de qualidade, houve algum desenvolvimento em relação à Inspeção, em termos da sofisticação dos métodos, sistemas, ferramentas de gestão da qualidade e técnicas aplicadas. O controlo de qualidade baseia-se mais no controlo do processo e menos no controlo de incidentes de não conformidade. Tanto nesta fase de desenvolvimento da qualidade, como na anterior não há prevenção, mas sim detecção de erros.

2.2.3 Garantia de qualidade

É considerada uma segunda geração dos sistemas de qualidade no entender de alguns autores, baseada na prevenção do defeito em detrimento da inspecção. Segundo Dale (1994) uma melhoria, sustentada e contínua, só pode ser atingida direccionando os esforços da organização para o planeamento e prevenção de problemas de ocorrerem na fonte. Segundo o mesmo autor aumenta o enfoque no planeamento avançado da qualidade; a melhoria do desenho do produto, processo e serviço; a melhoria do controlo sobre o processo e o envolvimento e motivação das pessoas.

2.2.4 Total Quality Management (TQM)

É uma abordagem que tem como objectivo maximizar a competitividade da organização através da melhoria contínua da qualidade dos seus produtos, serviços, pessoas, processos e ambientes envolventes (Goetsch e Davis 1997). A grande diferença em relação à garantia de qualidade está no facto de todos os aspectos do negócio serem considerados, incluindo a identificação das necessidades e expectativas do cliente, o desenvolvimento de planos estratégicos e de planos de negócio que suportem o esforço

global da organização, a relação entre departamentos, e os serviços prestados a clientes internos e externos (Basto 2000). Goetsch (1997) realça as principais características do TQM como sendo: Fundamentação estratégica, foco no cliente (interno e externo), obsessão com a qualidade, abordagem científica na tomada de decisão e resolução de problemas, envolvimento e empenho a longo prazo, trabalho em equipa, melhoria de processos e sistemas contínua, educação e treino, liberdade através do controlo, unidade sobre um mesmo fim, *empowerment* e envolvimento dos colaboradores.

2.3 Custos da qualidade

A Norma NP EN ISO 8402 (1997) define os custos relativos à qualidade como os “custos devidos ao assegurar e garantir a qualidade satisfatória, assim como às perdas sofridas quando a qualidade satisfatória não é alcançada”. Alguns custos são de difícil quantificação como é exemplo o caso da perda de clientes. Conforme proposta da Norma NP EN 4239 (1994) podem ser considerados quatro tipos de custo:

- Custos de Prevenção – Custos incorridos pela organização com vista à implementação ou melhoria do seu sistema de qualidade. Visa-se a prevenção de falhas ou erros.
- Custos de Avaliação – Custos originados pela implementação e funcionamento dos mecanismos de comprovação da qualidade, com o objectivo de verificar o cumprimento dos níveis de qualidade pré-estabelecidos.
- Custos de Falhas Internas – Custos associados a falhas ou erros em produtos e serviços detectados durante o processo produtivo.
- Custos de Falhas Externas – Custos associados a falhas ou erros em produtos e serviços detectados após entrega ao cliente. Considera-se também situações em

que o produto ou serviço não satisfaz as necessidades do cliente ou não corresponde às suas expectativas.

Segundo Ganhão (1991) a verdadeira dimensão dos custos da qualidade nem sempre é conhecida e mesmo quando alguns custos da não qualidade são conhecidos, estes representam, em regra, apenas uma pequena fracção da realidade. O autor refere que a parte visível corresponde aos pequenos problemas da qualidade como os defeitos e falhas e o grande volume dos custos está oculto nos custos operacionais: Paragem de máquinas, produto danificado, transtornos, horas extras, *stress*, descontos por danos, excesso de *stocks*, perda de credibilidade, *stocks* obsoletos, perda de clientes, decisões erradas, atrasos, expedição errada, perdas de tempo, maus contratos e carga de trabalho baixa.

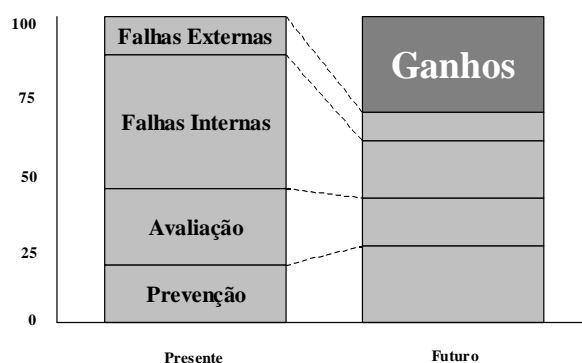
Conforme refere Moraes (1996) para além da divisão clássica de custos (prevenção, avaliação, falhas internas e externas) existe outro tipo de custo que não é mensurável directamente que se denomina de “perda de oportunidades”. Uma falha de qualidade pode provocar uma perda de mercado que como é lógico poderá ter um impacto bem maior que o custo directo da falha. Segundo Ross (1994) torna-se cada vez mais claro que apesar da dificuldade em obter uma resposta quanto ao custo da não qualidade, os potenciais ganhos com a melhoria da qualidade podem ser extraordinários.

Os custos de prevenção devem ser prioritários pois o custo de prevenir é menor do que o custo de corrigir. Uma unidade monetária gasta na prevenção tem um efeito multiplicado por dez na avaliação e por cem em termos de custos de falhas (Ross 1994). À medida que se passa do desenho à entrega do produto ou serviço, os custos de falhas

aumentam. O autor argumenta que uma hora aplicada numa melhor programação e desenho de sistemas de informação podem poupar mais de dez horas de correcções ou redesenho do sistema.

Conforme refere Kerzner referenciado por Farto (1997) com o tempo haverá uma redução na totalidade dos custos da qualidade, embora os custos de prevenção aumentem. A Figura 1 ilustra o resultado expectável da repartição dos custos da qualidade a médio prazo.

Figura 1 – Evolução dos custos da qualidade

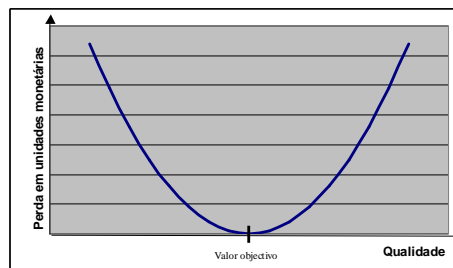


Fonte: Farto (1997)

À medida que se alarga áreas e se intensifica o grau de implementação da qualidade os custos de conformidade associados à prevenção aumentam. Os custos de avaliação diminuem face ao decréscimo das necessidades de inspecção à medida que a qualidade aumenta. O maior decréscimo verifica-se ao nível dos custos de falhas. Como se pode observar, os custos de prevenção aumentam menos que o decréscimo de custos de não conformidade, temos então uma situação de diminuição global de custos da qualidade a médio prazo.

Na concepção de Taguchi um produto não começa apenas a provocar perdas quando está fora das especificações, mas também quando há qualquer desvio para o valor objectivo, conforme se pode ver na Figura 2.

Figura 2 – Função contínua de perda (Taguchi)



A função de perda estabelece uma medida financeira para a não satisfação com a performance do produto à medida que esta se afasta de um valor objectivo. Este autor inclui nos custos a insatisfação dos clientes, custos de garantia, perda de reputação e perda de cota de mercado. Conclui-se na óptica de Taguchi que a ocorrência de perda não se verifica apenas quando a característica em estudo se encontra fora da tolerância determinada, mas ocorre sempre que se verificar um afastamento relativamente ao valor alvo determinado.

2.4 Diferentes abordagens de qualidade

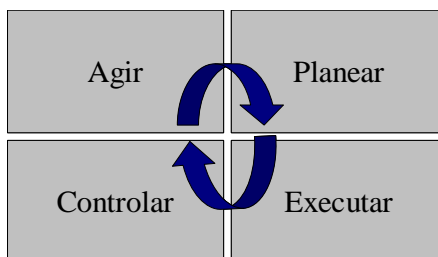
Nas últimas décadas a qualidade tem sido alvo das preocupações dos gestores e objecto de estudo de diversos especialistas e organismos. Destacam-se as contribuições de W. Edwards Deming, Joseph M. Juran, Phillip B. Crosby e Armand V. Feigenbaum devido à sua importância e por serem determinantes e referências na evolução da qualidade.

2.4.1 W. Edwards Deming

No início da sua abordagem Deming focou-se essencialmente nos métodos de controlo estatístico da qualidade, posteriormente, encarou a qualidade como uma actividade de gestão. Deming defende que a qualidade permite aumentar a produtividade com resultados no aumento de competitividade da organização (Dale 1994, Krüger 2001). Um nível baixo de qualidade implica custos elevados e perda de competitividade no mercado. O aumento de qualidade nos processos de negócio da organização, resultam em menos trabalho, menos perdas de mão-de-obra e recursos materiais e na redução do número de erros (Krüger 2001).

Segundo McDonnell (1994) um dos principais pontos da abordagem de Deming é a noção de serviço ao cliente. Todos os intervenientes para quem o serviço é desenvolvido devem ser tratados como clientes. Outro ponto fundamental é o papel da gestão de topo no garante do sucesso da gestão da qualidade. Deming (1986) considera que o suporte não é suficiente “*support is not enough: action is required*”, é sua responsabilidade criar e comunicar a visão, com o objectivo da melhoria contínua. A preocupação de Deming com a melhoria contínua é representada através do ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) (Figura 3).

Figura 3 – Ciclo PDCA



O ciclo PDCA relaciona a produção com as necessidades do cliente, orientando os recursos de todos os departamentos (investigação, desenho, produção, marketing) num esforço cooperativo para satisfazer essas necessidades (Goetsch e Davis 1997). Deming encoraja a empresa a perceber quais as necessidades e desejos do cliente, no presente e no futuro, para que os produtos e serviços possam ser desenhados. A concepção base do ciclo PDCA baseia-se na ideia da repetição das fases de planeamento, execução, controlo e acção no sentido da melhoria contínua.

O método de gestão de Deming consiste na criação de um sistema organizacional que fomenta a cooperação e aprendizagem, no sentido de facilitar a implementação da gestão do processo, produto e serviços, e a realização dos trabalhadores, ambos críticos para a satisfação do cliente e sobrevivência da empresa. O método de gestão de Deming consubstancia-se em 14 princípios (Tabela 2). Estes princípios são segundo Anderson et al. (1994) “princípios de transformação”, representam um conjunto de regras complexas inter-relacionadas, de comportamentos inter e intra-organizacionais, codificados e transmitidos na forma de comandos.

Tabela 2 – 14 Princípios de Deming

1.	Criar uma iniciativa estável de melhoria do produto e do serviço com os objectivos: competitividade, manutenção no mercado e criação de emprego.
2.	Adoptar uma nova filosofia. A gestão deve despertar para o desafio, aprender as suas responsabilidades e assumir a liderança na mudança.
3.	Terminar com a dependência da inspecção para melhorar a qualidade, construindo a qualidade no produto em primeiro lugar.
4.	Terminar a prática de determinar o negócio unicamente na base do preço. Minimizar o custo total e promover uma relação de longo prazo, de lealdade e de confiança com o fornecedor.
5.	Melhorar continuamente o sistema de produção e serviço, para melhorar a qualidade e produtividade e dessa forma reduzir custos.
6.	Instituir a formação no posto de trabalho.
7.	Instituir a liderança. O objectivo da supervisão deve ser de ajudar as pessoas, máquinas e dispositivos a fazer um trabalho melhor. A supervisão da gestão é necessária à semelhança da supervisão dos trabalhadores ligados à produção.
8.	Afastar o medo, para que os trabalhadores possam trabalhar com empenho para a organização.
9.	Eliminar barreiras funcionais entre as áreas.

-
10. Eliminar *slogans*, exortações e objectivos dirigidos à força de trabalho como “zero defeitos” e novos níveis de produtividade. Estes originam relações adversas. As causas de baixa qualidade e produtividade pertencem ao sistema e vão para além da força de trabalho.
 11. a) Eliminar *standards* de trabalho (cotas) na zona de produção. Substituir a liderança.
b) Eliminar a liderança por objectivos, a liderança por números, por objectivos numéricos. Substituir a liderança.
 12. a) Remover barreiras que reduzam o orgulho no trabalho realizado. A responsabilidade do supervisor deve ser alterada de simples números para qualidade.
b) Eliminar barreiras que afastem as pessoas da gestão e da engenharia do orgulho do seu trabalho. Isto significa a abolição de pontuações anuais de mérito e da gestão por objectivos.
 13. Instituir um programa vigoroso de educação e melhoria pessoal.
 14. Colocar tudo e todos na organização a trabalhar para conseguir alcançar os objectivos de mudança.
-

Fonte: Deming (1986)

Segundo Anderson et al. (1994) na construção de uma teoria da gestão da qualidade, baseada nos princípios de Deming, podem ser destacados os conceitos: Liderança visionária, cooperação interna e externa, aprendizagem, gestão de processos, melhoria contínua, realização do trabalhador e satisfação do cliente. Os conceitos são desenvolvidos na Tabela 3.

Tabela 3 –Método de Deming

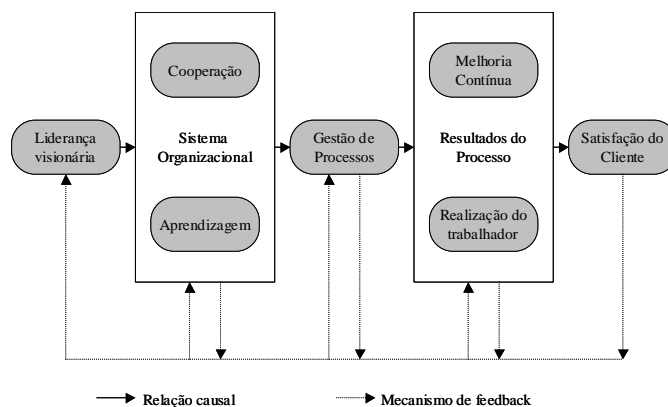
Liderança visionária	Capacidade da gestão de definir e colocar em prática uma visão de longo prazo, direccionada para o cliente.
Cooperação interna e externa	Propensão da organização para fomentar actividades não competitivas entre os empregados e externamente aprofundar a relação com os fornecedores.
Aprendizagem	Capacidade da organização de reconhecer e fomentar o desenvolvimento das suas habilidades, capacidades e base de conhecimento.
Gestão de processos	Conjunto de práticas metodológicas e de comportamento que enfatizam a gestão do processo, ou meios de acção, em detrimento dos resultados.
Melhoria contínua	Propensão da organização em perseguir melhorias e inovação nos seus processos, produtos e serviços.
Realização do trabalhador	Grau de satisfação das necessidades dos empregados no seio da organização.
Satisfação do cliente	Grau de satisfação de necessidades, percebida continuamente pelo cliente através do uso dos produtos e serviços da organização.

Fonte: Anderson et al. (1994)

Os gestores de topo devem agir como líderes, definir e comunicar a visão do sistema organizacional. O sistema organizacional alimenta a cooperação e a vontade e capacidade de aprender, permitindo a implementação da gestão de processos. A gestão de processos vai contribuir para a melhoria continua de processos, produtos e serviços e

para a realização do trabalhador. Finalmente a melhoria contínua e realização do trabalhador serão pilares fundamentais para a satisfação do cliente e em última instância para a sobrevivência da organização. O modelo é representado na Figura 4.

Figura 4 – Teoria para a gestão da qualidade



Fonte: Anderson et al. (1994)

2.4.2 Joseph M. Juran

Segundo Juran um passo essencial no sentido da qualidade passa pela mudança de cultura da organização, a consciência de uma necessidade de mudança para melhor, o empenho de todos nessa mudança. A resistência à mudança deve ser ultrapassada conforme refere Juran: *“Invariably each industry says - Our business is different. Within the industry each company says - We're different. And in each company managers are different. Of course there are real differences, but with respect to management and quality, they're identical. They don't know that; some of us who have worked in a lot of different industries and companies do know that”* (Stewart 1999). O plano de 10 passos de Juran para a melhoria da qualidade expresso na Tabela 4 resume a sua abordagem.

Tabela 4 – 10 Passos de Juran

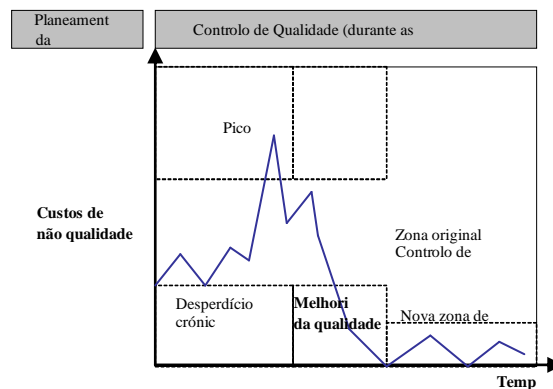
1.	Construir a consciência da necessidade e oportunidade para a melhoria.
2.	Definir objectivos para a melhoria.
3.	Organizar para atingir os objectivos.
4.	Formar e treinar pessoas.
5.	Desenvolver projectos para resolver problemas.
6.	Reportar o progresso.
7.	Mostrar reconhecimento pelo trabalho efectuado.
8.	Comunicar os resultados.
9.	Manter os resultados conseguidos.
10.	Manter o ímpeto fazendo do programa anual da qualidade parte do sistema normal e processos da empresa.

O conceito de Trinómio da Qualidade (Trilogia de Juran) desenvolve o conjunto de etapas fundamentais para a gestão da qualidade, à volta do planeamento, do controlo e do aperfeiçoamento. São sintetizadas as principais funções da gestão na Tabela 5.

Tabela 5 – Funções da gestão

Funções da gestão	Etapas
Planeamento da qualidade Actividade de desenvolvimento de produtos, sistemas, e processos que respondem ou superam as expectativas do cliente	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar quem são os clientes; ▪ Identificar as necessidades dos clientes; ▪ Desenvolver produtos com características que respondam às necessidades dos clientes; ▪ Desenvolver processos e sistemas que permitam à organização produzir as características definidas do produto; ▪ Transferir o resultado do planeamento para os níveis operacionais.
Controlo da qualidade Utilizado pelos níveis operacionais como avaliação e correcção para responder aos objectivos do processo e do produto.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Avaliar o desempenho operacional; ▪ Comparar o desempenho real com os objectivos; ▪ Determinar as correcções com base nos desvios.
Melhoria da qualidade Tem como objectivo alcançar continuamente níveis de desempenho superiores.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desenvolver a infra-estrutura para melhorias de qualidade; ▪ Identificar áreas específicas que necessitam de melhoria e implementar projectos de melhoria; ▪ Formar as equipas de projectos com responsabilidade de finalizar cada projecto de melhoria; ▪ Proporcionar às equipas recursos, formação e motivação para diagnosticar problemas, causas, desenvolver soluções e estabelecer controlos que permitem a manutenção dos ganhos obtidos.

A trilogia de Juran baseada no planeamento, controlo e melhoria de qualidade pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 – Trilogia da qualidade

O factor tempo está no eixo horizontal e o custo da não qualidade no eixo vertical. A actividade inicial é o planeamento da qualidade em que se determinam quem são os clientes e quais as suas necessidades, desenvolvem-se produtos e processos com o intuito de satisfazer essas necessidades. Finalmente, os planos são aplicados ao nível operacional. Conforme se visualiza no gráfico o processo não está isento de custos de não qualidade, parte desses custos passam a ser crónicos porque passam a ser planeados. O nível operacional é incapaz de eliminar esse desperdício crónico dado vir do planeamento, controla a qualidade impedindo que o desperdício aumente. A melhoria da qualidade é que vem permitir a redução do desperdício crónico (nova zona de controlo).

O conceito da trilogia da qualidade pode ser usado em qualquer situação: Planeamento da qualidade prepara a organização para atingir os objectivos da qualidade, controlo da qualidade permite atingir os objectivos da qualidade ao nível das operações e melhoria da qualidade abre caminho para níveis mais altos de performance.

Juran em Stewart (1999) afirma *“I'm not sure where to dig. I can say that those of us who have been around a long time have never seen a limit to human ingenuity. Human beings have no limit to their creativity. The problem is to make it possible for them to*

use that creativity”. Da abordagem de Juran pode-se retirar as ideias de melhoria contínua, necessidade de dedicação e urgência, necessidade de formação e envolvimento da gestão de topo. Estes pontos são essenciais para criar o ambiente propício à qualidade e criatividade, fundamental a um processo de melhoria,

Juran tenta aproximar-se da gestão americana através da importância que atribui ao custo da qualidade. Conforme argumenta o dinheiro é a base da linguagem da gestão de topo. Conforme afirma Dale (1994) Juran aproxima a teoria às práticas de gestão, o que o difere de Deming.

2.4.3 Philip B. Crosby

Crosby define qualidade como conformidade em relação aos requisitos. Divide os custos da qualidade em dois tipos: preço da conformidade e preço da não conformidade. O preço da conformidade é o montante necessário para que as coisas sejam feitas de forma correcta (inclui acções de prevenção e treino da qualidade). O preço da não conformidade inclui todas as despesas pelo facto de se fazerem as coisas mal e é este custo que é utilizado para medir o nível de qualidade de uma organização.

Como referem Goetsch e Davis (1997) Crosby define qualidade simplesmente como conformidade, o seu argumento mais conhecido é o da gestão e prevenção orientados ao objectivo “zero defeitos”, por oposição aos níveis estatisticamente aceitáveis de qualidade. Na óptica de Crosby os erros são função da importância que o empregado atribui às tarefas e podem ser causados quer por falta de atenção, quer por falta de conhecimento. A falta de conhecimento deve ser abordada com a formação, a falta de atenção requer um trabalho do próprio (é um problema de atitude).

O programa de Crosby para a qualidade tem 14 passos que se focam na mudança da organização (Tabela 6).

Tabela 6 – 14 Passos de Crosby para a melhoria de qualidade

1.	Empenho da gestão na qualidade de longo prazo.
2.	Formar equipas de melhoria da qualidade inter-departamentais.
3.	Identificar onde existem reais e potenciais problemas (medição de qualidade).
4.	Avaliação do custo da qualidade.
5.	Aumentar a consciência da qualidade e o empenho pessoal de todos os empregados.
6.	Tomar acções rápidas para corrigir problemas identificados.
7.	Estabelecer um programa de “zero defeitos”.
8.	Treinar supervisores que assumam responsabilidades no programa de qualidade.
9.	Manter um dia de “zero defeitos” para assegurar que todos os empregados estão conscientes de que há uma nova direcção.
10.	Encorajar pessoas e equipas a estabelecer objectivos de melhoria.
11.	Encorajar empregados a comunicar à gestão obstáculos com que se deparam na tentativa de atingir os objectivos da qualidade.
12.	Reconhecer empregados que participam.
13.	Implementar grupos de qualidade que promovam a comunicação contínua.
14.	Repetir tudo, no sentido de ilustrar que a melhoria de qualidade é um processo que não tem fim.

Conforme refere Dale (1994) a abordagem de Crosby baseia-se em quatro princípios de gestão de qualidade: Qualidade refere-se a conformidade e não elegância; é sempre mais barato fazer o trabalho bem à primeira vez; o único indicador de performance é o custo da qualidade e o único standard de performance é “zero defeitos”.

2.4.4 Armand V. Feigenbaum

Para Feigenbaum a qualidade é uma forma de gestão da organização. Uma melhoria significativa da qualidade requer a participação de toda a força de trabalho (da gestão de topo ao trabalhador menos qualificado), que deve ter conhecimento e entender o que a gestão pretende fazer (Dale 1994).

A maior contribuição para a questão do custo da qualidade foi o reconhecimento de que este tinha que ser categorizado para ser gerido. Feigenbaum identificou 3 categorias:

Custos de avaliação (ensaios e inspecções para averiguar da manutenção da qualidade especificada), custos de prevenção (actividades relativas à prevenção de falhas) e custos de falhas (incapacidade de satisfazer as exigências da qualidade antes ou após o fornecimento do produto ao cliente). O custo total é o somatório destes e o objectivo da melhoria de qualidade é a redução deste. Segundo Feigenbaum em Litsikas (1995) “*any costs [for quality procedures] are offset by the benefits achieved from a decrease in failures*”. No mesmo artigo Feigenbaum vai um pouco mais longe: Estima que os custos das falhas para a maioria dos produtores são 25% a 30% do custo do produto e essa percentagem pode atingir os 80%; para organizações com boas práticas de qualidade o custo de qualidade desce para 5%.

Conforme refere Dale (1994) a gestão deve reger-se pelos seguintes critérios: Fortalecer o processo de melhoria de qualidade, garantir que a melhoria de qualidade se torna num hábito e gerir a qualidade e o custo como objectivos complementares.

2.5 Sistemas e organismos de qualidade

É importante salientar que a excelência de uma empresa é mais do que as normas preconizam, estas constituem uma base mínima a ser satisfeita (Ganhão 1994). O autor refere que é necessário juntar os elementos de excelência: colocar o cliente em primeiro lugar, adoptar um relacionamento dentro da empresa de tipo cliente-fornecedor, criar o espírito de que todos são responsáveis pela qualidade, prevenir em vez de inspeccionar, fazer bem à primeira e melhorar continuamente. Conforme referiu Furtado (2002) a certificação não garante que a empresa possui o sistema de qualidade mais eficaz, mas sugere que foi atingido um patamar de garantia de qualidade e que foram estabelecidos procedimentos de reflexão internos conducentes a processos de melhoria continua.

Conforme refere Pires (2001) da sua experiência as normas de garantia de qualidade são um ponto de partida seguro, não sendo contudo um ponto de chegada.

O aumento da competição e do nível de exigência dos clientes em termos de qualidade de produtos e serviços fomenta uma acção das empresas no sentido de dar garantias de qualidade no presente e no futuro. Conforme refere Pêgo (2002) isto pode ser conseguido pela certificação dos sistemas de qualidade, considerada por muitos como um factor de competitividade e por outros, apenas o ponto de partida para a excelência. As normas constituem apenas requisitos mínimos, não garantindo por si só uma boa gestão da qualidade total.

As normas podem advir de várias fontes: As normas internacionais são tipicamente emitidas pelo ISO¹, as normas nacionais são emitidas por um organismo normalizador nacional (IPQ² no caso de Portugal), as normas da indústria são emitidas por associações comerciais ou industriais, as normas organizacionais são preparadas pela organização para seu uso interno (normalmente inseridas num Sistema de Gestão da Qualidade) e as normas do projecto são elaboradas para utilização num projecto específico. Na selecção da norma a utilizar deve-se ter sempre o enfoque nas exigências de qualidade do cliente.

¹ “ISO is a network of the national standards institutes of 156 countries, on the basis of one member per country, with a Central Secretariat in Geneva, Switzerland, that coordinates the system” (www.iso.org)

² “O Instituto Português da Qualidade (IPQ) é a entidade nacional responsável pela coordenação, gestão geral e desenvolvimento do Sistema Português da Qualidade (SPQ), bem como de outros sistemas de qualificação no domínio regulamentar, que lhe sejam conferidos por lei”(www.ipq.pt)

A Norma ISO 9000 foi aprovada como Norma Europeia pelo CEN³ em 1987. A sua segunda edição surgiu em 1994, como forma de dar resposta às necessidades sentidas pelas empresas e como consequência da experiência acumulada ao longo dos sete anos de aplicação da primeira edição. Em 2000 surgiu uma nova revisão designada ISO 9001:2000.

Segundo o modelo proposto pela norma ISO 9001:2000: A gestão de topo define os requisitos; os recursos são determinados e alocados; os processos são estabelecidos e realizados; os resultados são medidos, analisados e melhorados; a análise de dados e a revisão pela gestão potenciam o *feed-back* necessário e a identificação de oportunidades de melhoria. As normas ISO 9001:2000 são constituídas por cinco requisitos contendo vinte e três elementos. Os requisitos são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Requisitos da norma ISO 9000:2000

Requisitos da norma	Descrição do requisito
Responsabilidade da Direcção	A direcção define a política, os objectivos, o plano e os requisitos do sistema de gestão da qualidade. Atribui à direcção a responsabilidade de estabelecer um sistema que continuamente procure satisfazer as necessidades e expectativas do cliente. Esta responsabilidade inclui o estabelecimento de objectivos da qualidade para cada nível organizacional ou função.
Sistema de Gestão da Qualidade	Requisitos gerais, incluindo documentação, procedimentos e instruções de trabalho. Serve de estrutura geral para estabelecimento de um sistema de gestão da qualidade, que defina e faça a gestão dos processos de forma a fornecer produtos/serviços de qualidade e permita a melhoria contínua.
Gestão de Recursos	Os recursos essenciais, tais como recursos humanos e instalações, são determinados e estudados. Estes recursos, que incluem o ambiente de trabalho, são necessários para implementar e manter o sistema de gestão da qualidade
Realização do Produto/Serviço	Os processo relacionados com clientes, concepção, compras, produção e serviços, são estabelecidos e implementados. As empresas devem definir e descrever os seus processos, não sendo obrigadas a utilizar uma estrutura padronizada.
Medição, Análise e Melhoria	Os resultados são quantificados, analisados e melhorados através de auditorias internas, controlo de não conformidades e processos de melhoria contínua. As empresas são obrigadas a medir e monitorizar os seus processos e a conformidade dos seus produtos e/ou serviços.

³ Comité Europeu de Normalização (CEN) – É o organismo responsável pela normalização a nível da Europa.

Para além dos requisitos, as normas ISO 9001:2000 alicerçam-se em 8 princípios universais da gestão da qualidade (Tabela 8)

Tabela 8 – Princípios de gestão da qualidade

Princípios	Descrição do princípio
Focalização no Cliente	A organização depende dos seus clientes e, por isso, deve entender as suas necessidades actuais e futuras. Deve também satisfazer os requisitos dos clientes e procurar exceder as expectativas dos mesmos.
Liderança	A gestão de topo estabelece a finalidade, as orientações, a unidade de propósitos e os objectivos para a organização. Deve criar e manter um ambiente interno que permita e estimule a participação de todos os colaboradores na obtenção dos objectivos da organização.
Envolvimento das pessoas	As pessoas, de todos os níveis, são a essência da organização e o seu total envolvimento permite a utilização de todas as suas competências em benefício da organização.
Abordagem por processos	Um resultado desejado é atingido com maior eficiência quando os recursos e actividades associados são geridos como um processo.
Abordagem do Sistema à Gestão	Identificar, compreender e gerir um sistema de processos interligados com objectivos estabelecidos, contribui para a melhoria da eficácia e eficiência da organização.
Melhoria Contínua	Um objectivo permanente da organização é a melhoria contínua e deve ser assumida por todos os actores da organização.
Abordagem à tomada de decisões baseada em factos	Decisões eficazes são baseadas na análise lógica de dados e de informação.
Relações com fornecedores mutuamente benéficas	Uma organização e os seus fornecedores são interdependentes e, uma relação com benefícios mútuos, aumenta a capacidade de ambas criarem valor.

2.6 Aspectos da qualidade no desenvolvimento de sistemas de informação

Durante muitos anos as preocupações com a qualidade no desenvolvimento de sistemas de informação foram relegadas para segundo plano, isto em consonância com o que se passou ao nível de todo o sector terciário. Conforme refere Leal (1999) *“a elevada taxa de crescimento do sector terciário permitiu que se relegassem para segundo plano as questões associadas à qualidade. Na origem desta actuação estavam a existência de uma concorrência moderada, por via de uma procura excedentária relativamente à oferta e, ainda, a predominância de clientes pouco informados e exigentes”*. O software

contudo caracteriza-se por um elevado grau de complexidade, conforme refere Brooks (1986) esta é uma propriedade essencial intrínseca à própria natureza do software. Conforme refere o Standish Group (1994) *“software development projects are in chaos, and we can no longer imitate the three monkeys - hear no failures, see no failures, speak no failures”*.

Pressman (2001) refere que são recorrentes as referências aos problemas que o software apresenta como a satisfação incompleta de requisitos, problemas que se verificam depois da implementação, desvios nos prazos previamente estabelecidos para o desenvolvimento e custos previamente definidos ultrapassados. Brooks (1986) enfatiza a dificuldade em solucioná-los.

Conforme referido pelo Standish Group (1999) *“the opportunities for project failure are legion. Large scale software development efforts are conducted today in complex, distributed IT environments. Development occurs in a fragile matrix of applications, users, customer demands, laws, internal politics, budgets and organizational dependencies that changes constantly...Underestimating project complexity and ignoring changing requirements are basic reasons why project fail”*.

Pressman (2001) refere diversas causas para o “falhanço crónico” dos projectos e sistemas de informação:

- Falta de empenho da gestão de topo;
- Falta de comprometimento e empenho dos utilizadores;
- Incompreensão do valor dos sistemas de informação;

- Falta de entendimento e sintonia entre informáticos e clientes utilizadores do sistema, no âmbito e requisitos do mesmo;
- Deficiências várias no processo de desenvolvimento;
- Falhas na coordenação do projecto, nomeadamente ao nível da definição dos objectivos e prioridades e da elaboração de estimativas;
- Falta de qualidade e inadequação dos recursos envolvidos;
- Mudanças frequentes dos requisitos do negócio e incapacidade de lidar com esta situação;
- Dificuldades de integração de componentes;
- Qualidade e desempenho do software deficiente, muito relacionados com problemas ao nível do controlo de qualidade;
- Incapacidade de identificar e controlar os riscos do projecto.

O crescente aumento de competitividade e exigência do cliente reforça a importância da qualidade, ao ponto de se tornar vital à sobrevivência das organizações responsáveis pelo desenvolvimento de sistemas de informação e daquelas que os utilizam para competir no mercado. Yourdon (1992) coloca algumas questões: Porque é que poucas organizações adoptam a qualidade de forma consistente? Porque será que algumas nem sequer a adoptam? A resposta segundo o autor é simples: “*talvez pouca paixão*”.

A aceitação da premissa de que o erro é inevitável acontece muitas vezes no ambiente empresarial, mas quando se fala na vida familiar do indivíduo passa a ser evitável, conforme refere DeMarco (1982). A abordagem “zero defeitos” de Crosby, segundo DeMarco (1992) aproxima os *standards* de performance das empresas aos *standards*

exigidos ao nível da família. O autor defende que o erro acontece, deve ser antecipado e deve contribuir para que se melhore, à semelhança do que ocorre ao nível da família.

Yourdon (1992) apresenta ainda um exemplo: Em caso de competição é mais importante o custo, a qualidade, ou a calendarização? Para a maioria das empresas dos EUA seria o custo ou a calendarização, mas a resposta de Tomoo Matsubara da Hitachi Data Systems é *“Quality is first! Always first! If we deliver bad quality to the customer, the customer will complain many times, over and over. But if we are late, he will complain only once – and then maybe he will forget. And we have underestimated the cost, the customer will not complain at all – for he will not know we have made the mistake. We will bear the burden of the cost mistake”*. Segundo o autor esta foi uma resposta recebida quando visitou as maiores empresas japonesas.

Conforme defende o Standish Group (1996) *“Application software projects are truly in troubled waters. In order to make order out of the chaos, we need to examine why projects fail. Just like bridges, each major software failure must be investigated, studied, reported and shared”*.

3. A Análise de Sistemas de Informação

“Um sistema de informação é o conjunto de hardware e software, procedimentos, documentação, forms, e pessoas responsáveis pela captura, movimento, gestão e distribuição de dados e informação” (Martin et al. 1994). Não nos podemos focar numa componente de um sistema sem tomar em consideração que esta afecta e é afectada pelas outras componentes. Seguindo este raciocínio optou-se por considerar o desenvolvimento de sistemas de informação em detrimento do desenvolvimento de software, sendo que assim se torna mais explícito que tecnologia, pessoas, estrutura organizacional e processos têm um comportamento dinâmico, afectam e são afectadas por este processo de desenvolvimento.

3.1 Processos, metodologias, técnicas e ferramentas de desenvolvimento de sistemas de informação

Começa-se com a apresentação dos processos de desenvolvimento de sistemas de informação. Com processo pretende-se designar uma sequência de fases que são compostas por tarefas e actividades, que são executadas de forma sistemática e uniformizada, realizadas por intervenientes com responsabilidades bem definidas, que produzem um conjunto de *outputs*, dados determinados *inputs*.

3.1.1 Processos de desenvolvimento de sistemas de informação

O processo de desenvolvimento de sistemas de informação pode ser tipificado através de diversos modelos, cada um com as suas especificidades, vantagens e desvantagens. Considera-se o modelo em cascata, o modelo prototipagem e os modelos iterativos e incrementais.

1) Modelo em cascata⁴

As tarefas são agrupadas em fases, executadas sequencialmente. Na concepção mais rígida uma fase apenas tem início depois da fase anterior ser dada por terminada, o que de certa forma e caso haja aceitação dos produtos finais de cada fase, constitui uma garantia de que os produtos foram aceites e implica o envolvimento do cliente em cada fase. Segundo Yourdon (1992) várias implementações do modelo em cascata partem do pressuposto de que uma fase deve terminar antes da outra ter início, contudo não há nada que indique que deva ser esse o procedimento a adoptar. Algumas fases podem-se sobrepor ou no limite todas se podem sobrepor. O autor considera dois extremos que são dois pontos finais de um conjunto de opções válidas: o radical e o conservador. O gestor do projecto pode por exemplo decidir completar 75% das actividades de análise, seguida de 75% das actividades de desenho, de forma a completar uma versão do sistema cujos detalhes serão refinados numa iteração seguinte. Mediante várias variáveis como as características do utilizador, a pressão existente para a apresentação de resultados tangíveis, a necessidade de exactidão de estimativas de recursos necessários e a complexidade do projecto o gestor do projecto decide qual a aproximação mais adequada.

Wu e Wu (1994) referem que o modelo em cascata deve ser desenhado com cada fase com uma seta apontada para a fase anterior. Essas setas indicam que pode ser necessário voltar à fase anterior para recolher informação adicional. Devido à quantidade de detalhes essenciais à criação do sistema de informação estes movimentos para fases anteriores são inevitáveis segundo os autores. É ainda referido pelos mesmos, que dentro de cada fase é possível desenvolver tarefas de forma paralela. Conforme referem

⁴ Também denominado de SDLC (System Development Life Cycle), ou Modelo Sequencial Linear.

Silva e Videira (2001) isto permite executar alterações técnicas e funcionais que reflectem o maior conhecimento que se obteve.

Conforme refere Yourdon (1992) apesar de ser o modelo mais difundido apresenta limitações como: Ser baseado em papel, a visualização dos resultados é lenta, elevada dependência de requisitos estáveis e correctos, riscos de interpretação dos requisitos para o código, atraso na detecção de erros, não promoção da reutilização de software e da prototipagem e normalmente não é praticado formalmente.

Pressman (2001) aponta ainda os seguintes problemas: Os projectos raramente seguem um fluxo sequencial proposto pelo modelo (apesar da possibilidade de iteração esta é indirecta), dificuldade do cliente estabelecer todos os requisitos explicitamente e impaciência do cliente para ver resultados. Martin et al. (1994) referem que em alguns sistemas é mesmo impossível esta definição de requisitos, podem ser temporários, mudar ou ser desconhecidos. Este modelo tem a desvantagem do tempo, custo e esforço necessários para conseguir um resultado positivo (Stair 1992, Wu e Wu 1994).

2) Modelo de Prototipagem

Silva e Videira (2002) referem que o modelo de prototipagem não elimina as diversas fases do processo de desenvolvimento de sistemas de informação e permite ao cliente validar o modelo de interface e as suas funcionalidades. Na concepção de Yourdon (1992) é uma das formas radicais do modelo em cascata, não sendo necessário fazer uma escolha entre o modelo em cascata e o modelo de prototipagem, apenas uma escolha entre modelo em cascata mais ou menos conservador. Yourdon (1992) refere ainda que também não é desejável fazer uma escolha entre o rigor formal associado ao

modelo em cascata e a experimentação associada ao modelo prototipagem. Podem ser combinadas as vantagens de ambos.

Segundo Pressman (2001) o paradigma de prototipagem começa com a definição de requisitos, seguidamente é realizado um desenho rápido que se centra nos aspectos visíveis ao cliente. O protótipo é analisado pelo cliente ajustado através de diversas iterações e usado para refinar os requisitos.

Stair (1992) diferencia prototipagem operacional, parcialmente operacional e não operacional. A prototipagem operacional consiste num protótipo que funciona ou está totalmente operacional, o sistema acede a *inputs*, ficheiros de dados, executa o processamento e comparações e produz *outputs* reais. Um protótipo parcialmente operacional tem alguns componentes operacionais. Um protótipo não operacional não funciona e não está operacional, tipicamente inclui *inputs* e *outputs*. A vantagem de um protótipo não operacional está no facto de ser desenvolvido de forma mais rápida.

Stair (1992) refere como vantagens deste modelo, a orientação para o utilizador, a rapidez com que se consegue um resultado significativo, menos erros pois há uma detecção mais precoce de erros e maior oportunidade para a mudança (o utilizador contacta com o protótipo podendo sugerir mudanças ao longo do processo de desenvolvimento). Segundo o autor factores como a baixa experiência do utilizador, *outputs* e *inputs* desconhecidos, desejo de resultados imediatos, maior nível de risco, elevado número de alternativas e grande complexidade podem ser vantajosos à utilização do modelo de prototipagem.

Esta abordagem não está isenta de riscos: Yourdon (1992) refere o esforço adicional requerido para criação do protótipo e a limitação de algumas ferramentas de criação de protótipos; a existência e cedência a pressões no sentido de se utilizar o sistema antes de todas as fases estarem cumpridas pode ocorrer, pois o cliente vê o que parece uma versão executável (Pressman 2001 e Silva e Videira 2001); são feitas várias concessões para conseguir rapidamente um protótipo executável, o que pode implicar o uso de procedimentos menos adequados, apenas por serem conhecidos, ou estarem disponíveis; passado certo tempo as escolhas podem passar a ser parte do sistema (Pressman 2001); outro risco apontado a este modelo tem a ver com a perda da visão mais global e abrangente do sistema e respectivas funcionalidades em detrimento de uma visão restrita e imediatista baseada em sequências de ecrãs (Silva e Videira 2001); outro problema que poderá ocorrer tem a ver com o pedido de alterações por parte do cliente que pode fazer disparar o custo total de desenvolvimento do sistema. Este modelo exige uma grande cooperação entre utilizadores e responsáveis pelo desenvolvimento do sistema.

3) Modelos iterativos e incrementais

Os requisitos do negócio e do produto mudam frequentemente à medida que o desenvolvimento avança, a pressão dos prazos por vezes torna difícil completar um produto muito abrangente numa primeira iteração. Os modelos iterativos e incrementais permitem desenvolver um sistema cada vez mais abrangente e completo.

Modelo Iterativo

A ideia base subjacente a este modelo é a da melhoria progressiva do sistema. O âmbito é mantido ao longo do processo de desenvolvimento, contudo o detalhe vai sendo

aumentado em iterações sucessivas. O desenvolvimento iterativo pode apresentar vantagens, nomeadamente: Uma participação mais activa do utilizador/cliente ao longo das várias fases, os pontos mais importantes são identificados no início do processo, os testes e avaliação do sistema são contínuos, o processo pode ser melhorado com a aprendizagem da equipa e o avanço do projecto é facilmente demonstrável.

Modelo incremental

A ideia base é de aumentar gradualmente o âmbito do sistema. Conforme referem Silva e Videira (2001) uma boa imagem é a de uma mansão que é construída por sucessivos incrementos a partir de uma pequena casa.

Modelo iterativo e incremental

Este modelo baseia-se na ideia de refinar e alargar progressivamente o detalhe, âmbito e qualidade do sistema. Os produtos finais vão sendo amadurecidos e completados ao longo do processo de desenvolvimento, mas cada iteração produz um conjunto de produtos finais.

Modelo em espiral

Este modelo é uma variante ao modelo iterativo e incremental. Propõe a realização de uma tarefa de prototipagem e de análise do risco depois do planeamento, para além das fases e tarefas previstas nos modelos anteriores, de forma a eliminar os principais problemas e identificar os requisitos do sistema. Aplica-se sobretudo a sistemas de grande dimensão. A prototipagem é utilizada como mecanismo de redução de risco e pode ser utilizada em qualquer estágio de evolução do produto. Este modelo tem alguns problemas: Pode ser difícil convencer o cliente que esta abordagem é controlável

(particularmente em situações de contrato), o sucesso depende da competência na avaliação do risco e o modelo ainda não foi usado de forma alargada que permita testar a sua eficácia com absoluta certeza (Pressman 2001).

3.1.2 Metodologias, técnicas e ferramentas de desenvolvimento de sistemas de informação

Uma metodologia pressupõe a existência de um processo, ferramentas, técnicas e notações. As técnicas e ferramentas podem ser incorporadas nas diversas metodologias assim como o processo (modelo) abordado no ponto anterior.

1) Metodologias estruturadas

O desenvolvimento estruturado utiliza o conceito de decomposição hierárquica para implementar uma abordagem *top-down*. Um conceito fundamental é a flexibilidade (à mudança) do sistema. O conceito de desenvolvimento estruturado foi desenvolvido para produzir sistemas fáceis de entender e alterar sendo compostos por pequenos módulos facilmente integráveis (Martin et al. 1994). Enumeram-se algumas metodologias estruturadas mais relevantes na Tabela 9.

Tabela 9 – Metodologias estruturadas

SSADM - Structured Systems Analysis and Design Methodology	O SSADM é uma das famílias da metodologia ISD (Information System Development) que dominou na Grã-Bretanha durante os anos 80. Propõe a modelização do sistema segundo três perspectivas: Funcionalidade (uso de diagramas de fluxo de dados), estrutura (uso de diagramas entidade-relação) e evolução (uso de diagramas transição de estados). Está organizado em 5 módulos, que descrevem o trabalho de análise e desenho do sistema a ser efectuado: Estudo de viabilidade, análise de requisitos de negócio, especificação de requisitos, especificação lógica do sistema e desenho físico do sistema.
---	---

EUROMETHOD	A Comunidade Europeia adoptou o Eurométodo, que teve o SSADM assim como outras metodologias como pilares fundamentais ⁵ .
STRADIS - Structured Analysis, Design and Implementation of Information Systems	Metodologia desenvolvida por Gane e Sarson em finais da década de 70. Tem como base a filosofia <i>top-down</i> e é suportada essencialmente pela utilização de diagramas de fluxos de dados.
YSM - Yourdon Systems Method	Foi proposta por Edward Yourdon sendo posteriormente alvo de algumas revisões e actualizações. Recorre muito à decomposição funcional, embora atribua grande importância à estrutura de dados (Silva e Videira 2001).
Engenharia da Informação	Proposta por James Martin em 1989 com base na metodologia BSP (Business Systems Planning) da IBM, integra muitos dos conceitos, melhores práticas, modelos e técnicas das metodologias estruturadas e do desenvolvimento de sistemas dos anos 80 numa abordagem coerente a todas as actividades do processo de desenvolvimento. Conforme referem os mesmos autores esta metodologia tem uma preocupação estratégica com a definição dos sistemas de informação. Compreende as seguintes fases: Planeamento estratégico dos sistemas de informação, análise de áreas de negócio, desenho de sistemas e implementação.

As metodologias estruturadas apresentam os seguintes problemas (Silva e Videira 2001): Não conseguem lidar adequadamente com o problema da complexidade e da dimensão crescente dos sistemas; não resolvem o problema da crescente actividade de manutenção de software; verifica-se com a frequência a má compreensão dos requisitos do utilizador, por parte dos intervenientes técnicos; permanece a dificuldade de lidar com alterações aos requisitos; a integração e reutilização de módulos e componentes do sistema não são fáceis; os erros de concepção são descobertos tardiamente; a qualidade do software é baixa e o seu desempenho inadequado; e não é fácil identificar quem fez o quê, quando e porquê.

2) Metodologias orientadas a objectos

Por objecto entende-se por *“uma abstracção de qualquer coisa no domínio de um problema, reflectindo a capacidade do sistema de manter informação sobre ele e de interagir com ele; é um encapsulamento de valores de atributos e dos seus serviços exclusivos”* (Coad e Yourdon 1991 citados por Silva e Videira 2001). A orientação por

⁵ O Euromethod tem como base sete métodos: o MERISE (França), o NIAM ou SDM (Holanda), o DAFNE (Itália), o MEIN (Espanha), VORGEHENS-MODEL (Alemanha), o INFORMATION ENGINEERING e o SSADM. É compatível com os métodos americanos STRADIS e YSM (Yourdon Structured Method).

objectos tem por base uma nova forma de análise do mundo, em comparação com as metodologias estruturadas. Esta orientação é mais intuitiva pois considera diferentes objectos com características e comportamentos, o que na realidade vai ao encontro do que se verifica no mundo real.

Os princípios básicos do paradigma da orientação a objectos são: o encapsulamento da informação⁶, a herança⁷, o polimorfismo⁸ e a abstracção⁹. Segundo Naves (2001) os métodos orientados a objectos ganharam maior protagonismo no fim da década de 80 e são particularmente focados em fases particulares. Por exemplo, a análise orientada a objectos, o desenho orientado a objectos e a programação orientada a objectos têm o seu enfoque, respectivamente, nas fases de análise, desenho e implementação e testes. Na óptica de Silva e Videira (2001) o mesmo conceito é usado ao longo de todas as fases do processo de desenvolvimento de sistemas de informação, promovendo a reutilização e o encapsulamento da informação e facilitando a manutenção. Enumeram-se algumas metodologias mais relevantes na Tabela 10.

Tabela 10 – Metodologias orientadas a objectos

Método de Booch	Proposto por Grady Booch em 1991. Esta metodologia utiliza a repetição de actividades de um processo de desenvolvimento de modo a refinar o modelo em sucessivas iterações (abordagem evolutiva de desenvolvimento). O processo de desenvolvimento identifica classes e objectos e as suas características, e determina relações entre classes e objectos.
OMT – Object Modeling Technique	Proposto por James Rumbaugh em 1991. É uma metodologia focada nas actividades de análise e desenho. Apresenta três modelos principais: estático ou de objectos (onde se representam as classes, objectos, a hierarquia e outras

⁶ “Processo de esconder todos os detalhes de um objecto que não contribuem para as suas características essenciais nem para a disponibilização de funcionalidades para o seu exterior. Pode ainda ser encarado como a localização de funcionalidades numa única abstracção auto-contida, que esconde a respectiva implementação e decisões de desenho, através da disponibilização de uma interface pública” (Silva e Videira 2001).

⁷ “Definição de relações entre classes através da qual uma subclasse partilha, acrescenta ou redefine operações e atributos a partir de uma ou mais superclasses. É a forma de aumentar a reutilização do que é comum, permitindo adicionalmente acrescentar detalhes específicos” (Silva e Videira 2001).

⁸ “Capacidade de esconder várias implementações distintas através de uma única interface” (Silva e Videira 2001).

⁹ “Representação concisa duma ideia ou objecto mais complexa, incidindo sobre as características essenciais do objecto” (Silva e Videira 2001).

	relações), dinâmico (comportamento dos objectos e do sistema global) e funcional (representação do fluxo de informação no sistema, semelhante aos diagramas de fluxos de dados de alto nível).
OOSE – Object Oriented Software Engineering	Proposto por Ivar Jacobson em 1992. É uma evolução do modelo <i>Objectory</i> (do mesmo autor) e a sua maior contribuição foi a introdução da noção de caso de uso que funciona como uma descrição da interacção entre o utilizador e o sistema.
OOAD – Object Oriented Analysis and Design	Metodologia proposta por Peter Coad e Edward Yourdon em 1991. Uma das vantagens é a sua simplicidade (ao nível dos conceitos, actividades e diagramas). As principais actividades relacionadas com a análise são: Identificar objectos utilizando critérios simples (substantivos), definir uma estrutura de relações generalização/especificação, definir uma estrutura de relações de associação todo/parte, identificar assuntos (subsistemas), definir atributos e definir serviços.
Método de Wirfs-Brock	Esta metodologia não efectua uma distinção clara entre análise e desenho. A principal contribuição desta metodologia é a definição do diagrama CRC cards (Class-Responsibility-Colaboration) que procura identificar as classes do sistema, a sua interface e as relações entre elas.
Metodologia RUP	A proliferação de metodologias OO criou uma necessidade de uniformização que passou pela junção de metodologias Método de Booch, OMT, Objectory e metodologias da empresa Rational. A metodologia RUP é iterativa, propõe uma gestão integrada de requisitos desde a identificação à implementação, propõe o desenvolvimento baseado em arquitecturas de software e em componentes, defende a modelização visual e controlo de qualidade permanente.

As metodologias orientadas a objectos apresentam ainda o inconveniente de não estarem tão difundidas quanto as metodologias estruturadas, o que pode implicar falhas de comunicação pelos intervenientes não falarem a mesma linguagem, pela curva de aprendizagem que novas metodologias obrigam e pela dificuldade de se encontrarem recursos com conhecimento da metodologia.

3) Técnicas e Ferramentas

As técnicas e ferramentas são os instrumentos que permitem, inseridas em determinada metodologia, o desenvolvimento do sistema de informação. Estas podem ser mais ou menos evoluídas e mais ou menos adequadas ao sistema que se pretende desenvolver. Destacam-se em seguida algumas dessas técnicas e ferramentas que se consideram mais relevantes.

Computer Aided Systems Engineering (CASE)

O Software Engineering Institute define CASE como sendo “*a utilização de meios de suporte baseados em computador no processo de desenvolvimento de software*”. Uma ferramenta CASE suporta actividades do desenvolvimento de sistemas de informação e pode ser utilizada no âmbito de diversas metodologias.

Uma das classificações possíveis pode ser feita com base nas fases do processo de desenvolvimento de sistemas de informação. As ferramentas denominadas de Upper-Case (ou Front-End CASE) especializam-se nas fases de planeamento, análise e desenho de sistemas. A denominação Lower-Case (ou Back-End CASE) aplica-se às ferramentas utilizadas nas fases de desenvolvimento, teste e implementação. As ferramentas Integrated-CASE (I-CASE) cobrem todas as fases do processo de desenvolvimento do sistema.

Silva e Videira (2001) apresentam algumas vantagens para a utilização de ferramentas CASE: Uniformização do processo de desenvolvimento, das actividades realizadas, e dos artefactos produzidos; reutilização de vários artefactos; automatização de actividades; diminuição do tempo de desenvolvimento; integração de artefactos produzidos nas várias actividades em que *outputs* de uma ferramenta são *inputs* de outra; demonstração da consistência entre os diversos modelos e possibilidade de verificar a correcção do sistema; e qualidade superior do produto final.

As ferramentas CASE apresentam contudo alguns pontos menos positivos como o elevado tempo de aprendizagem, a dificuldade de transformação de processos de negócio em requisitos e a tão “apregoadá” geração automática de código ser ainda pouco eficiente.

Prototipagem

Algumas organizações utilizam a prototipagem como uma metodologia de desenvolvimento, contudo é mais comum ser utilizado para definição de requisitos (Martin et al. 1994). Turban et al. (1999) referem que as novas metodologias incorporam a prototipagem como uma alternativa ou complemento às fases de análise e desenho de sistemas de informação. A prototipagem pode ser a base de uma metodologia, ser apresentada como um modelo de desenvolvimento de sistemas de informação (concepção apresentada no ponto anterior) ou ser incorporada em diversos métodos e metodologias como uma técnica de desenvolvimento de sistemas (concepção apresentada neste ponto). Um protótipo pode abranger todo o sistema ou uma parte deste. Usando o modelo em cascata como exemplo pode ser aplicado como técnica de levantamento de requisitos.

Reutilização de código

Esta técnica permite a redução do tempo de desenvolvimento do sistema, contudo requer um processo de criação e gestão de uma biblioteca de código reutilizável que consiste num arquivo de rotinas¹⁰ devidamente testadas. Para além do novo processo, é necessário a consideração por parte dos responsáveis pelo desenho do sistema da existência de código reutilizável existente, a incorporação desse código no sistema e a alimentação e gestão da biblioteca de código para utilização em futuros desenvolvimentos.

¹⁰ Uma rotina é um conjunto de instruções escritas de modo a poderem ser reutilizadas em diferentes sistemas.

3.2 As Fases do Processo de Desenvolvimento de Sistemas de Informação

A aplicação de um processo com fases bem definidas é uma das ideias dominantes para a melhoria do desenvolvimento de sistemas de informação. Iniciativas desenvolvidas apenas com base na programação não garantem a resolução de problemas no desenvolvimento de sistemas de informação que aumentam, com a dimensão e complexidade dos mesmos (Silva e Videira 2001). Conforme referem os autores a noção de processo consiste na definição de um conjunto de fases sequenciais, com tarefas bem definidas, nas quais participam pessoas com responsabilidades atribuídas e com diferentes competências, e que realizam diversas actividades.

O consenso não é atingido no que se refere à definição das várias fases de desenvolvimento de sistemas de informação. Silva e Videira (2001) consideram as fases concepção, implementação e manutenção. Para os autores a fase de concepção é composta pelas tarefas de planeamento e análise; a fase de implementação é composta pelas tarefas de desenho, desenvolvimento, testes de integração e instalação; e a fase de manutenção é composta pelas tarefas de operação e manutenção. Yourdon (1992) considera as fases de análise, desenho, desenvolvimento e teste. Pressman (2001) considera 3 fases: Fase da definição, fase de desenvolvimento e fase de manutenção. A fase de definição concentra-se no *quê* e divide-se nas tarefas planeamento e análise, a fase de desenvolvimento centra-se no *como* e é composta pelas tarefas desenho, desenvolvimento e teste e a fase de manutenção foca-se em modificações associadas à correcção de erros, adaptações necessárias, aperfeiçoamentos e prevenção.

Wu e Wu (1994) fazem uma divisão em dois períodos: desenvolvimento do sistema e manutenção do sistema: o período de desenvolvimento é composto pelas fases de investigação preliminar, análise, desenho, implementação e instalação; o período da manutenção consiste na fase de revisão pós-implementação e nas actividades de manutenção. Turban et al. (1999) consideram as fases início do projecto, análise e viabilidade, análise e desenho lógico, desenvolvimento, implementação, operação, pós-auditoria e manutenção. Estes realçam que estas fases representam linhas orientadoras compostas por tarefas que podem ou não ser realizadas mediante características do projecto.

Para além das diferentes denominações atribuídas a cada fase do processo de desenvolvimento de sistemas de informação, há quem considere determinadas tarefas como fases dada a sua relevância no processo (há autores que consideram o levantamento de requisitos e a especificação de requisitos como fases distintas, enquanto outros consideram como duas tarefas da fase de análise).

Há também fases que por vezes não são consideradas como tal devido às suas especificidades embora façam parte do processo de desenvolvimento de sistemas de informação (há autores que a consideram os testes como uma fase e autores que consideram que devem ser executados ao longo do processo pois deve ser uma preocupação constante inserida num controlo de qualidade; o planeamento é também considerado como uma fase ou como uma actividade horizontal ao longo de todo o processo de desenvolvimento; a fase de manutenção é vista como um período que se inicia após a entrada em produção do sistema e dura enquanto o sistema se mantiver a funcionar despoletando tarefas de análise, desenho, desenvolvimento, testes e

implementação enquanto alguns autores a consideram como uma fase enquanto o sistema está em funcionamento).

O modelo é assim expresso de forma diferente, contudo a sua essência no que diz respeito às tarefas que devem ser executadas (embora por vezes sejam denominadas de forma diferente) é muito coincidente. Segundo Wu e Wu (1994) não há apenas um processo de desenvolvimento de sistemas de informação, depende dos *standards* de cada organização. Segundo os autores cada processo enfatiza mais ou menos certos aspectos e oferece determinadas funcionalidades. Contudo apesar da diferença, as funcionalidades básicas estão sempre presentes (possivelmente com denominações diferentes ou apresentadas numa estrutura diferente).

O modelo utilizado neste trabalho é apresentado na Figura 6 e compreende as fases: Planeamento, Análise, Desenho, Desenvolvimento, Teste, Implementação e Manutenção.

Figura 6 – Processo de desenvolvimento de sistemas de informação



3.2.1 Fase de planeamento

Esta fase é considerada por diversos autores inserida no âmbito do planeamento global e estratégico dos sistemas de informação, ou como tarefas horizontais presentes ao longo de todo o processo de desenvolvimento. Esta fase também pode ser denominada de Investigação Preliminar e pode ser composta por tarefas como: Definição do problema, estimativa de prazos e custos para resolver o problema, elaboração de análise de

viabilidade. O principal *output* é um plano do projecto que poderá conter o contexto do projecto, especificações de alto nível dos requisitos, estimativas, riscos e recursos do projecto, calendarização, análise custo/benefício e análise de alternativas (Silva e Videira 2001). A fase de planeamento pode ainda ser aplicada para selecção de empresas responsáveis pelo desenvolvimento de sistemas de informação, na identificação do problema, elaboração de cadernos de encargos e avaliação e escolha de propostas.

Depois da fase de planeamento surge a fase de análise que é desenvolvida de forma mais aprofundada no ponto 3.3.

3.2.2 Fase de desenho

Na fase de desenho realiza-se a definição detalhada da arquitectura global da solução (módulos, tabelas, interface, máquinas, etc). Segundo Pressman (2001) o desenho pode ser decomposto em: desenho dos dados, desenho da arquitectura, desenho da interface e desenho ao nível de componente. O desenho dos dados transforma o modelo de domínio da informação definido na fase de análise nas estruturas de dados que vão ser necessárias para implementar o sistema. O desenho da arquitectura define as relações entre os principais elementos estruturais do sistema. O desenho da interface descreve como o sistema se comunica com ele mesmo, com os sistemas que inter-operam com ele e com as pessoas que o utilizam. O desenho a nível da componente transforma elementos estruturais da arquitectura de sistemas numa descrição procedimental dos componentes do sistema. Laudon e Laudon (1991) dividem o desenho em desenho conceptual e desenho físico. O desenho conceptual ou desenho lógico define os componentes do sistema e as suas relações e como estes aparecem para os utilizadores.

O desenho físico é o processo de traduzir o modelo conceptual abstracto num desenho técnico específico para o novo sistema.

3.2.3 Fase de desenvolvimento

É a concretização do modelo de desenho produzido na fase anterior e inclui todas as actividades de desenvolvimento do sistema propriamente dito. A fase de desenvolvimento pode ser composta por actividades como: criação de dados de teste, programação, documentação, treino de utilizadores e preparação de planos de instalação.

3.2.4 Fase de testes

Fase em que o sistema é verificado com o objectivo de se obter a aceitação do utilizador e verificar a conformidade com os requisitos do cliente. Os testes podem ser classificados em categorias, segundo as características do sistema que avaliam (Silva e Videira 2001):

- Testes de carga: permitem analisar e avaliar o comportamento do sistema em situações de utilização intensiva e aferir as capacidades de escalabilidade;
- Testes de desempenho: permitem analisar o tempo de resposta do sistema e verificar o nível de utilização de recursos disponíveis;
- Testes de usabilidade: permitem analisar a adequabilidade do desenho das interfaces homem-máquina e verificar a facilidade de utilização;
- Testes funcionais: permitem verificar se as funcionalidades estão de acordo com os requisitos funcionais.

Segundo os mesmos autores podem também ser classificados segundo o âmbito dos

componentes que são alvo de verificação.

- Testes unitários: realizados na fase de desenvolvimento;
- Testes de integração: testes parcelares, realizados conjuntamente por vários programadores para garantir a interacção correcta entre vários componentes;
- Testes de sistema: testes globais em que todos os componentes do sistema são integrados, possibilitam a verificação da conformidade do sistema com os requisitos definidos;
- Testes de aceitação: testes formais realizados pelos utilizadores.

3.2.5 Fase de implementação

Fase em que o sistema é disponibilizado aos utilizadores finais, também é denominada de entrada do sistema em produção, ou de instalação. Pode compreender a configuração e parametrização do sistema desenvolvido, instalação dos componentes aplicacionais, instalação de novas plataformas de hardware, definição de perfis de utilizadores e de níveis de segurança, formação dos utilizadores no sistema, definição e implementação de políticas de segurança e realização de testes finais ao sistema instalado.

3.2.6 Fase de manutenção

Período de vida útil do sistema em que são efectuadas todas as alterações posteriores à entrada em produção. Durante a vida útil do sistema podem ser detectados problemas que não foram detectados nas fases anteriores (*bugs*), surgem solicitações de alteração de requisitos, são detectados problemas que apenas podem ser identificados nesta fase (normalmente relacionados com questões de desempenho do sistema e apenas se tornam perceptíveis com a sua crescente utilização). A fase de manutenção deve abarcar todas estas situações.

3.3 Fase da análise

“Nesta fase efectua-se o estudo detalhado do domínio do problema e culmina na elaboração de um documento onde os requisitos funcionais da solução a implementar e outras questões relevantes (por exemplo, restrições, âmbito, fluxos de informação) são enumerados” (Silva e Videira 2001). Na óptica destes autores a fase de análise é normalmente composta pelas tarefas levantamento de requisitos e especificação do sistema. O resultado da análise será uma especificação detalhada das exigências do novo sistema.

É importante uma visão do negócio em que todos os que nele estão envolvidos o possam compreender e com ele concordar (Naves 2001). É criada uma representação da informação, função e comportamento, que podem ser traduzidos para o desenho dos dados, arquitectura, interface e para o nível de componentes e fornece ao cliente os meios para avaliar a qualidade do sistema desenvolvido (Pressman 2001).

Conforme refere Pfleeger (1991) o cliente define o que espera do sistema (documento de definição de requisitos) sendo depois elaborada uma descrição técnica das características do sistema para a fase de desenho do sistema (documento de especificação de requisitos).

A análise pode ser conduzida independentemente do paradigma de engenharia considerado, contudo a forma que esta assume pode ser diferente: É possível aplicar princípios operacionais de análise e modelizar, bem como fazer um levantamento de requisitos, aplicar os princípios de análise e desenvolver um protótipo (Pressman 2001).

O paradigma da prototipagem pode ser aplicado como instrumento para o levantamento e demonstração de requisitos sendo abandonado logo que cumpridos estes fins, ou pode ser encarado de forma evolutiva sendo usado na fase de análise, mas continuado nas fases seguintes até se transformar no sistema final.

A fase de análise é composta por uma forte componente de comunicação, segundo Pressman (2001) as probabilidades de má interpretação e informação são grandes. Pressman (2001) cita a afirmação de um cliente como quadro ilustrativo: *“Eu sei que você acredita que entendeu o que pensa que eu disse, mas não estou certo de que você reconhece que o que você ouviu não é o que eu quis dizer”*.

Em relação às tarefas de análise e respectivas denominações volta a não haver um consenso entre os diversos autores. Stair (1992) considera as tarefas formais: Reunir uma equipa de análise, recolher dados e requisitos apropriados, analisar os dados e requisitos e preparar um relatório em relação ao sistema existente. Kotonya e Sommerville (2002) referem as tarefas de levantamento de requisitos, análise e negociação de requisitos, especificação de requisitos, modelização do sistema, validação de requisitos e gestão de requisitos.

Pressman (2001) considera as tarefas: Reconhecimento do problema, avaliação e síntese, modelização, especificação e revisão. Adopta-se uma óptica próxima da apresentada por Pressman (2001), contudo com uma denominação mais comum na literatura sobre o assunto e apresenta-se a modelização como um conjunto de técnicas inseridas no âmbito da tarefa de especificação de requisitos. As tarefas consideradas:

- 1- Reconhecimento do problema
- 2- Levantamento de requisitos
- 3- Especificação de requisitos
- 4- Revisão da especificação

3.3.1 Reconhecimento do problema

A meta é reconhecer os elementos básicos do problema tal como são percebidos pelo cliente. É estudada a especificação do sistema (se existe) e o plano do projecto. É necessário entender o software no contexto do sistema. Esta tarefa terá que ser mais ou menos aprofundada, caso se tenha desenvolvido mais ou menos a fase de planeamento. Esta tarefa deve fazer a ponte entre a fase de planeamento e a fase de análise, sendo que a fase de planeamento pode abarcar uma análise preliminar com o devido levantamento do problema, estimativas de custo e tempo e análise de viabilidade.

3.3.2 Levantamento de requisitos

Por requisito entende-se *“feature of the system or a description of something the system is capable of doing in order to fulfill the system’s purpose”* (Pfleeger 1991). Pfleeger (1991) considera que os requisitos descrevem tudo o que diz respeito a como o sistema interage com o ambiente. Considera vários tipos de requisitos: Ambiente físico, interfaces, factores humanos e do utilizador, funcionalidade, documentação, dados, recursos, segurança e garantia de qualidade. O requisito não deve referir como será implementado o sistema, deve sim reflectir de forma clara qual a natureza do problema do cliente/utilizador.

Ao nível mais básico os requisitos envolvem a identificação de quem necessita que informação, onde, quando e como (Laudon e Laudon 1991). Devem ser consideradas as limitações económicas, técnicas e de tempo, os objectivos, procedimentos e comportamento da organização no processo de levantamento de requisitos. Conforme refere o CMMI Project Team (2002a) o levantamento de requisitos vai para além da recolha de requisitos, engloba a identificação proactiva dos requisitos adicionais não explicitamente referidos pelo cliente.

Conforme referem Britton e Doake (2003) esta tarefa parece ser bastante simples contudo revela-se bastante complexa, pois não é simples ter um entendimento completo e preciso do que os clientes desejam. A complexidade da tarefa e a sua importância para o processo de desenvolvimento torna-a como potencial de elevadas melhorias. Esta apresenta-se como crítica em quase todos os trabalhos sobre sistemas de informação. Laudon e Laudon (1991) afirmam que o levantamento de requisitos incorrecto, é a principal causa de falhas nos sistemas e de elevados custos de desenvolvimento.

No processo de levantamento de requisitos os utilizadores são a principal fonte de informação e o levantamento de requisitos deve assentar numa boa comunicação entre utilizadores e responsáveis pelo desenvolvimento do sistema de informação. Conforme referem Britton e Doake (2003) *“good communication skills, both oral and written, are essential for requirements elicitation, since nearly all methods of fact-finding depend on communication with clients and users”*. Na relação com os analistas, os utilizadores podem não cooperar por diversas razões como o receio de perda do emprego pela reestruturação que o sistema possa exigir ou fomentar, podem sentir efeitos da mudança e ter que aprender novos procedimentos ou tarefas, ou podem ter experiências menos

positivas em termos de desenvolvimento de novos sistemas. Deve ser promovido o envolvimento do utilizador no sistema, obtido o apoio por parte da gestão de topo, desenvolvida uma relação de confiança entre os responsáveis pelo desenvolvimento do sistema e os utilizadores.

A identificação de requisitos pode ser feita com recurso a diversas técnicas: Realização de reuniões, elaboração de questionários e entrevistas, observação das actividades e do funcionamento do dia-a-dia, recolha e análise de documentação, elaboração de protótipos do sistema e construção dos requisitos com base num sistema ideal ou conceptual.

Ao nível da realização de reuniões pode-se destacar a abordagem FAST (*Facilitated Application Specification Techniques*) que fomenta a criação de uma equipa composta por elementos do cliente e por responsáveis pelo desenvolvimento, com o objectivo de identificar o problema, propor elementos da solução, negociar diferentes abordagens e especificar um conjunto preliminar de requisitos da solução (Pressman 2001). Conforme refere o autor algumas directrizes devem ser seguidas como: Realização da reunião num local neutro; definição de regras para a preparação e participação; elaboração de uma agenda formal que abarque todos os pontos importantes e informal no sentido de fomentar o livre fluxo de ideias; controlo da reunião por um facilitador que pode ser do cliente, da equipa responsável pelo desenvolvimento, ou outra pessoa de fora; e uso de um “mecanismo de definição” (podem ser folhas de rascunho, *flip charts*, papel auto-adesivo, um quadro de avisos electrónico, salas de conversa ou fórum virtual). A meta é identificar o problema, propor elementos da solução, negociar diferentes abordagens e especificar um conjunto preliminar de requisitos da solução numa atmosfera que

propicie que a meta seja alcançada. Contudo nem sempre os utilizadores e gestores sabem exactamente ou são capazes de transmitir o que pretendem ou necessitam.

Ainda ao nível da realização de reuniões pode-se destacar a abordagem JAD (Joint Application Design) desenvolvida pela IBM que se baseia em sessões de trabalho com a duração de dois a quatro dias com responsáveis do desenvolvimento do sistema e com um grupo representativo e qualificado de utilizadores do sistema. O objectivo é a recolha de informação num curto espaço de tempo. Conforme afirmam Gibson e Hughes (1994) o tempo do processo de desenvolvimento pode ser reduzido em 15% permitindo uma redução de custos do mesmo. O envolvimento dos utilizadores torna-os elementos activos do processo de desenvolvimento do sistema (menos apetência a se colocarem como oposição ao sistema e maior compreensão das dificuldades encontradas pela equipa responsável pelo desenvolvimento do sistema).

O uso de entrevistas e questionários fundamenta-se na interpretação da visão do utilizador/cliente. Um processo de entrevistas pode revelar-se longo e apresentar elevados custos, incorre também no risco de o entrevistado adoptar uma posição defensiva, contudo permite ao analista uma avaliação das reacções do utilizador/cliente (Gibson e Hughes 1994). A maior vantagem desta técnica em relação aos inquéritos é a sua flexibilidade e o sentimento de maior envolvimento no processo por parte dos entrevistados. O processo de entrevista pode variar com a situação concreta, contudo uma proposta pode ser: Determinação da informação necessária, identificação dos entrevistados, envio de um conjunto de questões que serão abordadas (ou de linhas de orientação e documentação que poderá ser útil), realização da entrevista, realização de um resumo da entrevista com os pontos-chave, *follow-up* da entrevista (pode ser útil

esclarecer ou aprofundar alguns pontos) e validação do resumo pelo entrevistado. Britton e Doake (2003) apresentam alguns princípios a ter em atenção na utilização desta técnica: preparação cuidada de entrevista, saber escutar (apesar de por vezes parecer pouco relevante), assumir uma postura amigável (colocar o entrevistado à vontade), *empowerment* do entrevistado (fazendo-o sentir útil e importante), condução em detrimento de dominação da entrevista.

O uso de inquéritos é útil no caso de necessidade de obter dados de um conjunto alargado de indivíduos num período de tempo curto, contudo tem o risco de se obter uma baixa taxa de resposta, poder apresentar um elevado tempo de preparação e teste dos questionários e a incapacidade de adaptar questões aos entrevistados em tempo real. O problema de baixa taxa de resposta pode ser minimizado oferecendo qualquer compensação a quem responde, voltando a contactar quem não responde, ou com o apoio da gestão. O processo de aplicação de questionários poderá ser: Determinação da informação necessária, identificação dos inquiridos, desenvolvimento do questionário (questões relevantes e ordem lógica com que são apresentadas), distribuição dos questionários, novo contacto (se necessário para aumentar a taxa de respostas), recolha e síntese dos resultados obtidos.

A observação das actividades e do funcionamento do dia-a-dia pode ser útil pois o analista observa como os documentos são mantidos na organização, como os dados e a informação circulam no sistema e onde ocorrem estrangulamentos (Gibson e Hughes 1994). Conforme referem Beyer e Holtzblatt (1995) citados por Tuunanen (2003) só através da observação do trabalho e das tarefas executadas é que se consegue entender o processo, pois o cliente é o melhor conhecedor do seu trabalho. Estes autores

argumentam que o analista deve assumir um papel de aprendiz no que diz respeito ao trabalho e às tarefas e de perito na estrutura do trabalho e na tecnologia necessária ao seu suporte. É necessário contudo ter atenção a fenómenos como a adulteração do comportamento do indivíduo, pelo facto de se sentir observado (efeito Hawthorne¹¹).

A recolha e análise de documentação não depende da capacidade do utilizador/cliente de transmitir o que necessita e pode ser feita através da recolha de informação, por exemplo, dos factores críticos de sucesso das várias áreas de negócio ou da organização, da missão, de documentos de planeamento estratégico (Stair 1992). Podem ser utilizados outros documentos como relatórios, documentação do sistema anterior, documentos que constituem, ou possam vir a constituir *inputs* ou *outputs* do sistema.

A técnica de elaboração de um protótipo já foi referenciada anteriormente e facilita a tarefa do utilizador/cliente, no levantamento de requisitos: “Uma imagem vale mais do que mil palavras”.

A criação de requisitos com base num modelo ideal ou conceptual é defendido por Laudon e Laudon (1991) e é usada para desenvolvimento de sistemas de suporte a decisões de gestão e referentes a objectivos estratégicos da organização.

Pressman (2001) refere ainda os casos de uso como técnica de levantamento de requisitos. Estes são cenários que descrevem como o sistema deve ser usado em determinada situação. À medida que são levantados os requisitos podem ser criados um

¹¹ Foi descrito pela primeira vez num trabalho realizado sobre os trabalhadores de uma fábrica, por Roethlisberger e Dickson em 1939.

conjunto de cenários que identificam uma linha de utilização para o sistema e fornecem uma descrição da forma de utilização do sistema.

A tarefa de levantamento de requisitos reveste-se de grande importância e deve basear-se na situação actual, bem como na situação futura que se pretende atingir. É importante identificar os vários tipos de requisitos (normais, esperados pelo cliente e que causam excitação), considerar as dificuldades da tarefa utilizando as técnicas de levantamento de requisitos mais indicadas (e de forma complementar).

3.3.3 Especificação de requisitos

Conforme referem Britton e Doake (2003) *“requirements elicitation involves an expansion of the developer’s knowledge about the problem domain and the client’s wishes, requirements specification involves sifting through the information to filter out the important and relevant issues and record them in an appropriate form”*. A especificação pode ser vista como um processo de representação de requisitos. Segundo refere Pressman (2001) a especificação de requisitos consiste na descrição completa da informação, de uma descrição funcional detalhada, de uma representação do comportamento do sistema, de uma indicação dos requisitos de desempenho e das restrições do desenho, de critérios de validação adequados e de outra informação pertinente aos requisitos.

O CMMI Project Team (2002a) considera que os requisitos do cliente são transformados em requisitos do produto e requisitos de componentes do produto que vão ao encontro das necessidades de cada fase do ciclo de vida do produto. Consideram ainda que os requisitos derivados surgem das limitações, considerações de pontos não

explicitados pelo cliente, factores introduzidos pela arquitectura seleccionada, o desenho e as considerações do negócio por parte do responsável pelo desenvolvimento.

Os requisitos podem ser expressos, recorrendo apenas a uma narrativa, através do recurso a diagramas, ou recorrendo a uma linguagem matemática formal. Cada um destes métodos deve resultar num *output* com determinadas características: O problema é representado e entendido, as funcionalidades são definidas e o comportamento do software (como consequência de eventos externos) é representado. A representação dos requisitos deve ser feita de forma a que estas possam ser validadas pelo cliente/utilizador (compreendidas por este) e possam ser usadas pelo responsável pela tarefa de desenho.

De forma sintética o CMMI Project Team (2002a) considera “*the customer requirements may be expressed in the customer’s terms and may be nontechnical descriptions. The product requirements are the expression of these requirements in technical terms that can be used for design decisions*”.

Conforme refere DeMarco (1982) “a system model is a miniature representation of a complex reality...reflects a certain selected characteristics of the system it stands for”. Conforme referem Silva e Videira (2001) “modelização é a arte e ciência de criar modelos de uma determinada realidade. É uma técnica bem aceite e adoptada pela generalidade das disciplinas de engenharia conhecidas. Permite a partilha de conhecimento entre diferentes grupos de intervenientes (técnicos e não técnicos), facilita e promove a comunicação entre todos”. Naves (2001) refere que “os modelos devem ser preparados a um tal nível que os gestores e utilizadores os possam

compreender, mas detalhado de forma suficiente a permitir aos analistas fazer a sua decomposição, e introduzir-lhe mais elementos antes de ser efectuado o seu desenvolvimento”. O uso de modelos pode facilitar a tarefa e compreensão do sistema (informação, função e comportamento são sintetizados), pode por isso facilitar a sua revisão.

Quando consideramos modelos estruturados de desenvolvimento a modelação abarca técnicas de modelação de processos, modelação de dados, modelização de eventos e o dicionário de dados. As técnicas de modelação são representadas na Figura 6.

Figura 6 – Técnicas de modelação



Fonte: Adaptado de Pressman (2001)

O dicionário de dados é um repositório que contém as descrições de todos os *inputs* ou *outputs* do sistema. Silva e Videira (2001) definem dicionário de dados como sendo “...repositórios de definições de todos os elementos e conceitos utilizados e manipulados pela organização e respectivos sistemas de informação e que incluem entre outros os dados, ficheiros, processos e entidades”.

O diagrama entidade-relação (entity relation diagram, ERD) representa as relações entre objectos de dados, através de notação gráfica. O ERD é a notação usada para conduzir a actividade de modelização de dados. *“São especificações gráficas que representam as relações estáticas de um sistema, designadamente as entidades, com os seus atributos, e a forma como estas se encontram associadas”* (Silva e Videira 2001).

O diagrama de fluxo de dados (data flow diagram, DFD) representa a forma de como os dados são transformados à medida que se movimentam ao longo do sistema e as funções (e subfunções) que transformam o fluxo de dados. Conforme refere Pressman (2001) *“DFD é uma representação gráfica que mostra o fluxo de informação e as transformações que são aplicadas à medida que os dados se movem da entrada para a saída”*.

O diagrama de transição de estados (state transition diagram, STD) indica como o sistema se comporta em consequência de eventos externos. *“É uma representação gráfica dos estados em que um sistema ou uma entidade se pode encontrar ao longo da sua existência, e dos eventos que desencadeiam as transições entre estados”* (Silva e Videira 2001).

Cada técnica fornece uma visão diferente do sistema, contudo complementar. Conforme refere DeMarco (1982) *“...a single partitioning must necessarily have a single perspective, and a single perspective might be insufficient for complete specification of a complex requirement. We might have to slice up the whole in several different ways to reveal all its essential aspects”*. Britton e Doake (2003) sugerem que quer a modelação de processos, quer a modelação de dados podem ser executadas em primeiro lugar e por

vezes pode ser útil executá-las em simultâneo. Os autores referem ainda que a modelação de eventos deve ser executada depois destas, pois baseia-se em informação disponibilizada pelas primeiras. O dicionário de dados deve ser actualizado à medida que se vão desenvolvendo os vários modelos (Britton e Doake 2003).

3.3.4 Revisão da especificação

A revisão deve ser empreendida quer pela equipa responsável pelo desenvolvimento do sistema, quer pelo utilizador ou cliente. Conforme referido por Britton e Doake (2003) o controlo de qualidade apesar de exigir um esforço em termos de consumo de tempo é tecnicamente viável. Conforme referem os autores o mais complicado é aferir se o que está expresso nos requisitos representa de forma exacta o que o cliente quer e precisa.

Conforme refere Pfleeger (1991) os requisitos servem dois propósitos: disponibilizam uma forma do cliente e do responsável pelo desenvolvimento acordarem o que o sistema deve fazer e disponibiliza a base para a fase de desenho do sistema. A revisão da especificação deve assegurar que estes propósitos são atingidos. A revisão da especificação é então viável e necessária, e acrescente-se ainda, fundamental.

Britton e Doake (2003) sugerem que a revisão/validação deve ser conduzida ao longo de todo o processo de levantamento e especificação de requisitos. Pressman (2001) refere que a revisão é conduzida de forma macroscópica, ou seja tenta-se garantir que a especificação está completa, consistente e precisa, e numa etapa seguinte a revisão vai-se tornando mais detalhada. A tarefa de revisão é apresentada assim como presente no decorrer das outras tarefas (levantamento de requisitos e especificação de requisitos).

Conforme refere Pressman (2001) a revisão deve originar alterações na especificação de requisitos que devem ser reflectidas antes da assinatura de um contrato por parte do cliente e dos responsáveis pelo desenvolvimento do sistema. Quer nesta óptica mais formal, quer numa óptica mais informal a revisão da especificação deve garantir que os requisitos representam o que o utilizador pretende e necessita.

4. A Qualidade na Análise de Sistemas de Informação

Conforme refere o Standish Group (1994) *“software development projects are in chaos, and we can no longer imitate the three monkeys - hear no failures, see no failures, speak no failures”*. Conforme estatísticas do Standish Group (2001) para projectos de sistemas de informação nos E.U.A, 23% dos projectos falham (projectos cancelados antes de serem finalizados, ou não implementados), 28% são bem sucedidos (projectos finalizados dentro do prazo, orçamento e com todas as funcionalidades implementadas) e 49% apresentam falhas (projectos finalizados fora do prazo, orçamento, ou com funcionalidades não implementadas).

A quantidade de estudos e estatísticas apresentadas é bastante elevada e apontam quase em consenso para problemas e para a necessidade de melhorias na gestão e desenvolvimento de sistemas de informação. As normas, os modelos de qualidade e o corpo de conhecimentos da gestão de projectos podem constituir uma boa base de partida para a melhoria de processos e melhoria do produto final. A análise dos sistemas de informação (apesar de muitas vezes descurada) representa uma fase essencial que estabelece as bases para o desenvolvimento de um sistema com qualidade.

A constituição de uma organização que privilegia a qualidade deve em primeiro lugar passar por uma mudança de mentalidades. Conforme defende DeMarco (1982) *“The first step in trying to develop high-quality software products is to recognize defects for what they are: individual failures to perform. The word bug will not appear again in this book. I urge you as well to banish it from your vocabulary and speak of defects instead”*. Os defeitos devem servir como incentivo à melhoria, *“all success is rooted in either luck or failure. If you begin with luck, you learn nothing but arrogance. However,*

if you begin with failure and learn to evaluate it, you also learn to succeed. Failure begets knowledge. Out of knowledge you gain wisdom, and it is with wisdom that you can become truly successful” (Standish Group 1996).

Por outro lado a qualidade deve constituir-se como a única forma de estar, possível, no processo de desenvolvimento de sistemas. DeMarco (1982) dá um exemplo interessante: *“I was presenting a seminar to a project team on the West Coast. There were about twenty people in the class, including two hardware types. These two had had only a single programming experience between them – a piece of software they had built together some years before...throughout its years of use, no one had ever found a bug on it. I ask one of them how he explained this phenomenal success, an apparently bug-free delivery on first try – Well – he said – we didn’t know bugs were allowed”*.

4.1 Atributos e métricas da qualidade do software

Conforme refere Pfleeger (1991) o software de qualidade é o que satisfaz as necessidades dos utilizadores e responsáveis pelo desenvolvimento. Segundo o autor o software pode ser considerado de qualidade se faz o que o utilizador deseja, utiliza recursos de forma correcta e eficiente, é de fácil utilização e aprendizagem para o utilizador e as várias fases do processo de desenvolvimento podem ser executadas com relativa facilidade.

As empresas não podem adoptar uma postura passiva, mesmo quando a sua actual performance é bastante boa, o desejo de melhoria deve estar sempre presente. *“Software is now a global industry, and a lot of hungry people around the world are aching to eat your lunch. Even if you’re good, they aim to be better. To stay in business, you have to*

be better – better than you were last year, better than you were yesterday. But you can't improve if you don't know your current situation” (Yourdon 1992). Conforme refere o autor este é o melhor argumento que justifica o investimento de tempo, capital, esforço e pessoas na recolha, análise, revisão e disseminação de métricas de software. Resume-se ao desejo de aprender mais sobre o processo de desenvolvimento de sistemas de informação da organização para então ter capacidade de o melhorar. Conforme refere DeMarco (1982), *“you can't control what you can't measure”*.

Conforme referido por Yourdon (1992) citando Card (1991) uma métrica deve ser compreensível, testada no terreno, economicamente viável, ter impacto elevado e deve ser usada num *timing* adequado. Segundo a norma ISO/IEC 9126-2 (2003) as métricas devem apresentar determinadas características desejáveis (Tabela 11).

Tabela 11 – Características das métricas

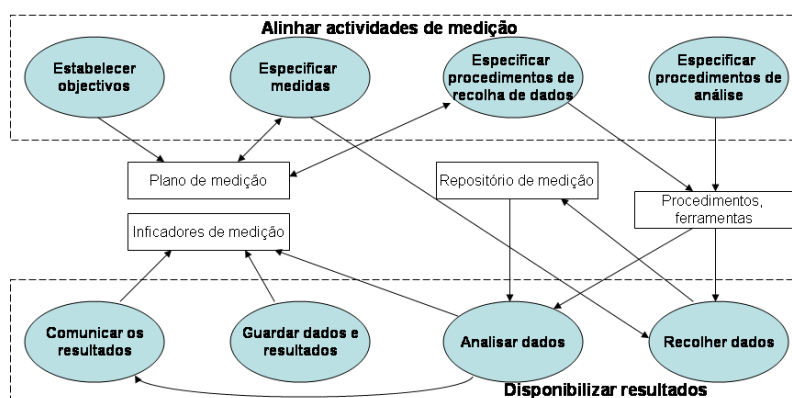
Fiabilidade	Uma métrica deve ser isenta de erro aleatório. É isenta de erro aleatório se variações aleatórias não afectam o resultado da métrica.
Repetitibilidade	O uso repetido da métrica para um mesmo produto, usando a mesma especificação de avaliação, tipo de utilizadores e ambiente, pelos mesmos membros avaliadores, deve produzir os mesmos resultados com apropriada tolerância (apropriada tolerância deve incluir a fadiga, o efeito aprendizagem, etc).
Reprodutividade	O uso repetido da métrica para um mesmo produto, usando a mesma especificação de avaliação, tipo de utilizadores e ambiente, por diferentes avaliadores, deve produzir os mesmos resultados com apropriada tolerância.
Disponibilidade	Deve indicar com clareza as condições que limitam o seu uso.
Capacidade indicativa	Capacidade da métrica de identificar partes ou itens do software que podem ser melhorados, dado a comparação entre resultados obtidos e esperados.
Exactidão	A métrica deve ser objectiva, imparcial e precisa (quanto suficiente).
Significância	A métrica deve produzir resultados significantes acerca do comportamento do software ou característica de qualidade.

DeMarco (1992) considera que as métricas afectas ao software mais comuns referem-se ao âmbito, dimensão, custo, risco e tempo de desenvolvimento. Yourdon (1992) considera 3 tipos elementares de métricas: Dimensão, defeitos e esforço.

Independentemente dos tipos de métricas utilizadas, é importante que seja criado o ambiente cultural propício para que a aplicação de métricas seja encarado de forma positiva por parte dos vários colaboradores. Tem que ficar claro qual o objectivo da análise de métricas, este não deve ser o de punir os que apresentam menor produtividade, ou que apresentam maior número de erros no trabalho desenvolvido, mas sim melhorar todo o processo, por exemplo, através de acções de formação, uso de novas ferramentas, mudanças do processo, mudanças do ambiente de desenvolvimento.

O processo de medição e análise passa pelo estabelecimento de objectivos da métrica, especificação de medidas, especificação de procedimentos de recolha de dados, especificação de procedimentos de análise. Depois de definido o processo de medição devem ser disponibilizados os resultados através da recolha de dados, análise dos dados, armazenamento de dados e resultados e comunicação de resultados (ver Figura 7).

Figura 7 – Modelo de desenho e análise de métricas



Fonte: Sivi (2003)

4.2 Gestão de projectos e a qualidade

“Um projecto é um esforço temporário levado a cabo para criar um único produto ou serviço” (PMI, 2000). Conforme referido na norma NP EN ISO 9000 (2000) um

projecto é um “*processo único que consiste num conjunto de actividades coordenadas e controladas, com datas de início e de fim, realizadas para atingir um objectivo em conformidade com requisitos específicos, incluindo limitações de tempo, custo e recursos*”. A gestão de projectos segundo o PMI (2000) é “*a aplicação de conhecimento, capacidades, ferramentas e técnicas às actividades do projecto de forma a cumprir os seus requisitos*”.

É importante quando falamos de qualidade no processo de desenvolvimento de sistemas de informação, considerarmos para além das diversas fases de desenvolvimento do sistema e a qualidade a que a estas deve estar inerente, o processo de gestão do projecto destinado a assegurar que cada uma das fases e a interligação entre estas é executada correctamente. São actividades de gestão que competem ao gestor do projecto e que podem ser apresentadas de forma sucinta recorrendo ao corpo de conhecimentos da gestão de projectos (Tabela 12).

Tabela 12 – Corpo de conhecimentos da gestão de projectos

Processos	Descrição
Gestão da Integração	
Desenvolvimento do plano do projecto	Elaboração do plano do projecto.
Execução do plano do projecto	Gestão das diversas interacções que ocorrem durante o projecto.
Gestão de alterações	Coordenação das alterações ao longo de todo o projecto.
Gestão do Âmbito	
Início	Obtenção do compromisso de toda a organização.
Planeamento do âmbito	Documentação do âmbito do projecto em termos mensuráveis.
Definição do âmbito	Segmentação do projecto em módulos mais fáceis de gerir.
Verificação	Formalização da aceitação do âmbito definido.
Controlo do âmbito	Controlo das alterações do âmbito.
Gestão de Recursos Humanos e Organização	
Definição da estrutura organizacional	Definição da estrutura organizacional do projecto ajustada às necessidades do projecto, incluindo papéis no projecto e definindo autoridade e responsabilidade.
Afectação do quadro de pessoas	Seleção e afectação de pessoas com competências apropriadas para as necessidades do projecto.
Desenvolvimento da equipa	Desenvolvimento de especializações e capacidades individuais e em grupo.

Gestão do Tempo	
Definição de actividades	Identificação das actividades do projecto.
Sequência de actividades	Identificação e documentação das dependências entre actividades do projecto.
Estimativa de duração de actividades	Cálculo do tempo necessário para completar cada actividade.
Calendarização	Análise da sequência de actividades, duração e recursos necessários ao projecto.
Controlo do calendário	Controlo dos desvios das actividades em relação ao que foi calendarizado.
Gestão dos custos	
Planeamento de recursos	Determinação de recursos necessários à realização das actividades do projecto.
Estimação de custos	Elaboração da estimativa de custos do vários recursos.
Orçamentação	Utilização dos resultados de estimativa de custos para elaboração do orçamento do projecto.
Controlo de custos	Controlo de custos e desvios em relação ao orçamento.
Gestão da Qualidade	
Plano da qualidade	Identificação das normas de qualidade relevantes para o projecto.
Garantia da qualidade	Avaliação do desempenho do projecto na perspectiva da conformidade com as normas definidas.
Controlo da qualidade	Verificação da conformidade dos produtos do projecto face às normas de qualidade e identificação de caminhos para eliminar as causas de mau desempenho.
Gestão da Comunicação	
Planeamento da comunicação	Planeamento da informação e sistemas de comunicação do projecto.
Distribuição da informação	Disponibilização da informação aos intervenientes no projecto, de forma adequada e atempada, de acordo com o que foi definido no planeamento da comunicação.
Sistema de relatórios de desempenho	Medição e informação aos intervenientes do projecto do estado e progresso do mesmo.
Encerramento administrativo	Verificação, avaliação e arquivo da documentação do projecto.
Gestão de Riscos	
Identificação do risco	Determinação dos riscos que podem afectar o projecto.
Avaliação do risco	Avaliação da probabilidade da ocorrência do risco e do impacto do risco no projecto.
Desenvolvimento de respostas	Definição de procedimentos para responder aos riscos.
Controlo do risco	Implementação e actualização do plano de risco.
Gestão das Aquisições	
Planeamento da aquisição	Identificação das necessidades do projecto em termos de tecnologias e serviços. Envolve a determinação do que se pretende adquirir, quando, como e quanto.
Requisitos de selecção	Compilação das condições comerciais e requisitos técnicos.
Pedido de propostas	Avaliação e determinação dos fornecedores que devem ser convidados a entregar propostas.
Seleccção das propostas	Avaliação e selecção de propostas entregues.
Contratação	Preparação de assinatura do contrato.
Encerramento do contrato	Verificação, assinatura e arquivo do contrato.

Fonte: Adaptado de PMI (2000)

A gestão de projectos deve consagrar as quatro funções da gestão: Planear o trabalho a fazer, organizar os recursos para o fazer, implementar distribuindo trabalho às pessoas e controlar medindo o progresso, calculando os desvios e tomando acções correctivas quando necessário. As quatro funções da gestão devem ser aplicadas em cada uma das fases do processo de desenvolvimento de sistemas de informação.

4.3 Abordagem CMM (Capability Maturity Model)

Segundo refere Salviano (2003) as organizações estão sobrecarregadas reagindo a crises constantes (postura reactiva em detrimento de uma postura proactiva), deparam-se com problemas de gestão e técnicos (embora os primeiros sejam maiores). A qualidade do processo de desenvolvimento deve ser melhorada para que se consiga melhorias de qualidade ao nível do produto. O autor refere que a melhoria do processo implica uma maior previsibilidade dos resultados, um melhor ambiente de trabalho e satisfação das pessoas, uma maior capacidade na gestão da complexidade, uma maior visibilidade da execução dos projectos, uma maior produtividade e por fim uma maior qualidade do produto.

A análise de qualidade pode ser orientada quer ao processo quer ao produto e os modelos de qualidade de software podem estar orientados para qualquer uma destas visões complementares. O modelo CMM foi desenvolvido pelo SEI (Software Engineering Institute) e é orientado à melhoria do processo de desenvolvimento. O modelo CMM para software constitui um guia para as organizações em como controlar o processo de desenvolvimento e manutenção de software e de implementar uma cultura de engenharia de software e de excelência da gestão (Paulk et al. 1993b). Conforme refere Abreu (2000b) é um modelo de evolução que fornece um conjunto de

recomendações sobre a sequência das acções que se devem tomar para a organização transitar de nível de maturidade.

A maturidade é entendida como sendo o grau de capacidade segundo o qual uma organização desenvolve software de forma que este cumpra as expectativas dos clientes, tenha um número mínimo de defeitos, custo mínimo, seja construído no menor espaço de tempo e seja fácil de manter (Abreu 2000b). A avaliação de maturidade pode ser feita para determinar o perfil de uma organização (pontos fortes e fracos), para determinar acções necessárias à melhoria, ou para certificar o nível de maturidade.

É importante salientar que o modelo CMM não impõe uma escolha de um determinado ciclo de desenvolvimento. Paulk et al. (1993a) referem *“the key practices are not meant to limit the choice of a software life cycle. People who have extensively used one particular software life cycle may perceive elements of that life cycle in the organization and structure of the key practices. However, there is no intent either to encourage or preclude the use of any particular software life cycle”*.

O CMM evoluiu para o CMMI (Capability Maturity Model Integrated), uma variante com bases na arquitectura bidimensional da norma ISO/IEC 15504 que vem tentar resolver o problema da existência de múltiplos modelos. Tem como base os modelos SW-CMM (Software Capability Maturity Model), SECM (System Engineering Capability Model) e IPD-CMM (Integrated Product Development Capability Maturity Model). Em 2000 foi lançada a versão 1.0 do modelo CMMI, tendo evoluído para a versão 1.1 em 2002. O CMMI cobre actualmente (embora possam ser acrescentadas mais) 4 disciplinas: Engenharia de sistemas, engenharia de software, desenvolvimento

integrado de produtos e processos e contratação de fornecedores. Conforme referido pela CMMI Product Team (2002a) *“developing a set of integrated models has involved more than simply adding existing model materials together. Using processes that promote consensus, the CMMI Product Team has built a framework that accommodates multiple disciplines and is flexible enough to support two different representations (staged and continuous)”*.

O CMMI considera duas representações. A representação contínua coloca do lado da organização, a escolha dos processos que devem ser melhorados em primeiro lugar. A abordagem por fases define um caminho em termos da ordem dos processos que devem ser melhorados para que a organização possa subir de nível (maturidade). Conforme referido pelo CMMI Product Team (2002a) a representação contínua aproxima-se da norma ISO 15504, enquanto a representação por fases aproxima-se do SW-CMM. Conforme referido por estes, a representação contínua utiliza os níveis de capacidade para medir a melhoria do processo, enquanto a representação por fases utiliza níveis de maturidade.

O CMMI considera 6 níveis de capacidade: Incompleto, Executado, Gerido, Definido, Gerido Quantitativamente e Optimizado. As áreas-chave de processo não estão distribuídas por níveis, estas é que são medidas em relação ao seu grau de capacidade. A óptica da representação contínua considera que, tanto os processos como o objectivo de capacidade de cada um deles, deve ser seleccionado e trabalhado pela organização de acordo com os seus objectivos de negócio. Estes processos podem ser agrupados por categorias conforme Tabela 13.

Tabela 13 – Distribuição das áreas-chave de processo no CMMI

Categorias de processo	Processos
Gestão do Processo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Foco no processo da organização ▪ Definição do processo da organização ▪ Formação ▪ Desempenho do processo da organização ▪ Inovação na organização e disseminação
Gestão de Projecto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planeamento do projecto ▪ Monitoramento e controlo de projeto ▪ Gestão de acordos de fornecimento ▪ Gestão do projecto integrada ▪ Gestão de risco ▪ Gestão quantitativa do projecto
Engenharia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desenvolvimento de requisitos ▪ Gestão de requisitos ▪ Solução técnica ▪ Integração do produto ▪ Verificação ▪ Validação
Processos de Apoio	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestão de configuração ▪ Garantia de qualidade do processo e produto ▪ Medição e análises ▪ Análise de decisão e resolução ▪ Análises causais e resolução

Os níveis de maturidade referem-se à maturidade global da organização e cada nível de maturidade é composto por um conjunto de áreas de processo (abordagem por fases). São considerados 5 níveis de maturidade, sendo cada um deles composto por áreas-chave do processo (Tabela 14).

Tabela 14 - Níveis de maturidade (modelo por fases)

Níveis e características	Áreas-Chave do processo
Nível 1: Inicial O desenvolvimento de qualidade está dependente da competência das pessoas (processo <i>ad hoc</i>). Os maiores problemas são de gestão e não técnicos. A organização possui um controle de informal de processos.	Não existem áreas-chave.
Nível 2: Gerido São definidos processos básicos de gestão de projecto para controlo de custos, prazos e funcionalidade. É possível repetir práticas bem sucedidas em novos projectos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestão de requisitos ▪ Planeamento de projecto ▪ Monitorização e controlo de projecto ▪ Gestão de acordos de fornecimento ▪ Medições e análises ▪ Garantia de qualidade de processo e produto ▪ Gestão da configuração
Nível 3: Definido A organização dispõe de um processo de desenvolvimento definido. Existe a preocupação com	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análise de decisão e resolução ▪ Gestão do risco ▪ Gestão integrada do projecto

um processo padronizado para a organização e customizado para cada projecto. O processo é definido, documentado e compreendido.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formação ▪ Definição do processo da organização ▪ Foco no processo da organização ▪ Validação ▪ Verificação ▪ Integração do produto ▪ Solução técnica ▪ Desenvolvimento de requisitos
Nível 4: Gerido Quantitativamente O processo é gerido e medido. É possível prever o desempenho dentro de limites quantificados. O processo é medido de forma a que se possa actuar sobre ele.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestão quantitativa do projecto ▪ Desempenho do processo da organização
Nível 5: Optimizado Foco na melhoria contínua do processo, na qual a mudança de tecnologia e as mudanças no próprio processo são geridas de forma a não terem impacto na qualidade do produto final.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análises causais e resolução ▪ Inovação na organização e disseminação

4.4 As normas de qualidade

Conforme refere Abreu (2000a) a normalização assume o papel catalizador da indústria de software disponibilizando definições de consenso e compreensão alargada, enquadramentos de referência (para o estabelecimento de métodos de desenvolvimento) e pontos de referência (face aos quais se podem exprimir e avaliar as melhorias conseguidas). Refere ainda, que evita a tentação de “reinventar a roda”, guia o processo de desenvolvimento de forma coerente e comprovada, produz produtos com aceitação alargada (em particular quando devem obedecer a requisitos de inter-operacionalidade, ou produção em série) e evidencia a qualidade de produtos e processos (através da certificação).

A organização deve passar por um processo de adaptação à norma que se pretende implementar, de igual forma a norma deve ser adaptada às necessidades da organização. O processo de adaptação deve segundo Machado (2001) em Rocha et al. (2001) deve ser executado com base em factores que diferenciam as organizações e os projectos, como a estratégia de aquisição, modelos do ciclo de vida do projecto, características de

sistemas e software e cultura organizacional. O processo de adaptação permite que uma norma seja aplicável a qualquer projecto ou organização.

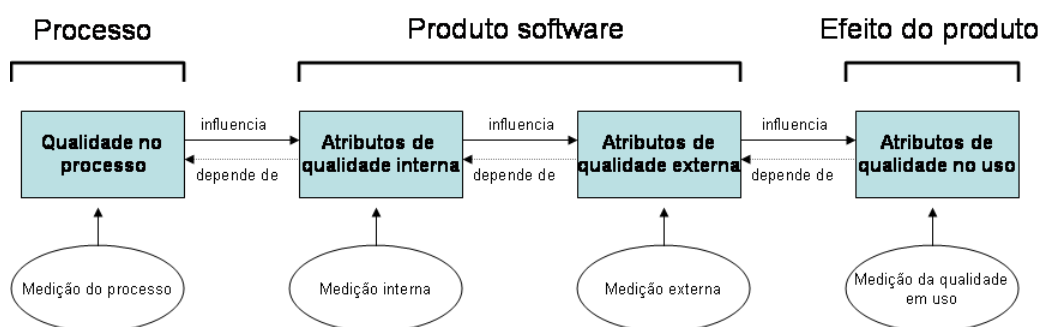
4.4.1 Norma ISO 9000-3

A norma ISO/IEC 9000-3 é um guia de aplicação da norma ISO 9001:2000 para a aquisição, fornecimento, desenvolvimento, operação e manutenção de software. Conforme refere a norma, são identificados pontos que devem ser seguidos independentemente da tecnologia, modelos de ciclo de vida, processos de desenvolvimento, sequências de actividades e estrutura organizacional. No que concerne ao processo de desenvolvimento do software, esta remete para a norma ISO 12207. Este guia aborda o sistema de gestão da qualidade, a responsabilidade da gestão, a gestão de recursos, o desenvolvimento do produto e a medição e melhoria.

4.4.2 Norma ISO 9126

A norma ISO/IEC 9126 divide-se em quatro partes: *Quality model*, *External metrics*, *Internal metrics* e *Quality in use metrics*. A norma define um *framework* do modelo de qualidade (Figura 8).

Figura 8 – Qualidade no ciclo de vida segundo norma ISO/IEC 9126-1 (2001)



Fonte: ISO/IEC 9126-1 (2001)

Conforme referido em ISO/IEC 9126-1 (2001) melhorar a qualidade do processo é uma forma de melhorar a qualidade do produto (interna e externa) e medir e melhorar a qualidade do produto é uma forma de melhorar a qualidade no uso. Da mesma forma avaliar a qualidade no uso possibilita melhorias no produto, assim como avaliar a qualidade no produto pode possibilitar melhorias no processo. Conforme se pode ver no *framework* é importante medir e ter em consideração no que respeita à qualidade a interligação dos conceitos processo, produto e utilização. A norma ISO/IEC 9126 foca-se nos atributos de qualidade do produto e nos atributos de qualidade na utilização do mesmo.

É importante definir claramente o que se compreende pelos conceitos de qualidade interna, qualidade externa e qualidade no uso. Segundo a ISO/IEC 9126-1 (2001):

- Qualidade interna é “...*the totality of characteristics of the software product from an internal view...Details of software product quality can be improved during code implementation, reviewing and testing, but the fundamental nature of the software product quality represented by internal quality remains unchanged unless redesigned*”.
- Qualidade externa é “... *the totality of the characteristics of the software product from an external view. It is the quality when the software is executed, which is typically measured and evaluated while testing in a simulated environment with simulated data using external metrics*”.
- Qualidade no uso é “... *user’s view of the quality of the software product when it is used in a specific environment and a specific context of the use. It measures the extent to which users can achieve their goals in a*

particular environment, rather than measuring the properties of the software itself”.

Segundo a norma ISO/IEC 9126-1 (2001) é definido um modelo de qualidade para qualidade interna e externa com os atributos de qualidade: Funcionalidade (atributos que caracterizam o que o software faz - atributos funcionais); fiabilidade (atributos relacionados com a capacidade do software em manter o seu nível de desempenho sob determinadas condições, por períodos de tempo definidos); facilidade de utilização (atributos relacionados com o esforço necessário para utilizar o software e a avaliação individual desse uso por um conjunto, designado ou implícito, de utilizadores); eficiência (atributos que respeitam à relação entre o nível de desempenho do software e o nível de recursos usados sob condições definidas); facilidade de manutenção (atributos relacionados com o esforço necessário para efectuar modificações específicas); e portabilidade (atributos que respeitam à capacidade do software ser transferível de um ambiente computacional para outro).

É também definido um modelo de qualidade para a qualidade no uso em ISO/IEC 9126-1 (2001), dependente da qualidade interna e externa. O modelo de qualidade para a qualidade no uso baseia-se nas características de qualidade: Eficácia (capacidade do software para possibilitar aos utilizadores atingirem determinados objectivos com exactidão num contexto de uso específico); produtividade (capacidade do software de possibilitar aos utilizadores gastarem uma quantidade apropriada de recursos em relação com a eficácia atingida num contexto de uso específico); segurança (capacidade do software de atingir níveis aceitáveis de risco de afectar de forma negativa pessoas, negócios, software, propriedade ou o ambiente, num contexto de uso específico); e

satisfação (capacidade do software de satisfazer utilizadores num contexto de uso específico, representa a resposta à interacção com o produto).

Conforme as ISO/IEC TR 9126-2 (2003), ISO/IEC TR 9126-3 (2003) e ISO/IEC TR 9126-4 (2004) e de acordo com as características de qualidade (internas, externas e de uso) foram definidas métricas internas, externas e de qualidade no uso. Estas métricas são apresentadas organizadas por cada uma das subcaracterísticas de qualidade. Conforme sugestão da norma ISO 9126 a fase de análise deve ser avaliada com recurso a métricas internas.

A Norma ISO 9126 apresenta assim linhas de orientação para a utilização das características de qualidade e propõe um modelo de processo de avaliação que consiste em definir características de qualidade, escolher métricas, definir níveis de classificação para comparação e por fim avaliar (comparação dos níveis atingidos com os níveis definidos para comparação).

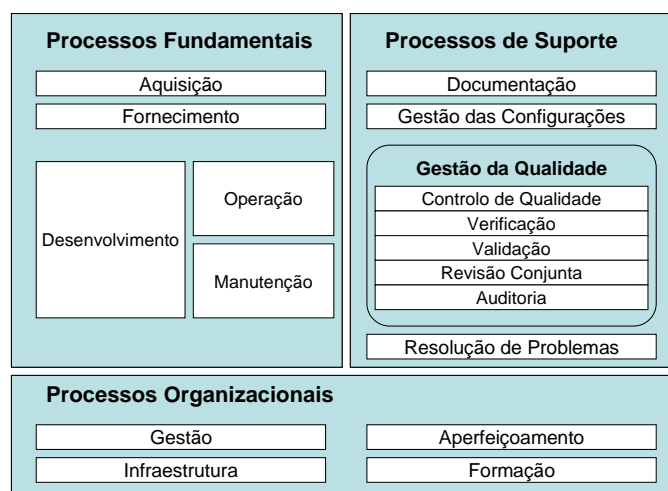
4.4.3 Norma ISO 12207

A inexistência de uma referência que defina os diferentes passos do processo de desenvolvimento de software, que especifique quais as tarefas e quais os documentos e produtos que devem ser apresentados, é responsável por diversos problemas (Pereira 1996): Dependência dos projectos face a alguns indivíduos, dificuldade de automatização, dificuldade de gestão, incumprimento de prazos, dificuldade de controlo da qualidade e dificuldade de comunicação entre os agentes envolvidos. Conforme refere Machado (2001) em Rocha et al. (2001) esta norma tem como objectivo auxiliar os envolvidos na produção de software a definir os seus papeis, por meio de processos

bem definidos, e assim proporcionar às organizações que a utilizam um melhor entendimento das actividades a serem executadas nas operações que envolvem, de alguma forma, o software.

Na norma ISO/IEC 12207 os processos que envolvem o ciclo de vida do software são agrupados em três classes: Processos fundamentais, processos de suporte e processos organizacionais. Cada processo é definido em termos das suas actividades e cada actividade é definida em termos de tarefas (Figura 9).

Figura 9 – Processos do ciclo de vida do software



Fonte: ISO/IEC 12207 (1995)

Os processos fundamentais representam o corpo fundamental do processo de desenvolvimento do sistema:

- Processo de aquisição – Define as actividades da organização que adquire um sistema. Aborda a necessidade de adquirir um sistema, a preparação e emissão de um pedido de proposta, selecção do fornecedor e gestão do processo de aquisição.

- Processo de fornecimento – Define as actividades da organização fornecedora do sistema. Aborda a preparação de uma proposta, a celebração de um contrato, determinação dos procedimentos e recursos necessários para garantir e gerir o projecto.
- Processo de desenvolvimento – Define as actividades da organização responsável pelo desenvolvimento do sistema. O objectivo é transformar um conjunto de requisitos num produto de software, ou sistema baseado em software que vai ao encontro das necessidades do cliente.
- Processo de operação – Define as actividades da organização responsável pelo serviço de operação do sistema no seu ambiente de funcionamento para os seus utilizadores.
- Processo de manutenção – Define as actividades da organização responsável pela manutenção do sistema com o objectivo de preservar a integridade do produto.

Os processos de apoio auxiliam e contribuem para o sucesso e a qualidade do projecto.

O processo de apoio pode ser desencadeado através de qualquer dos seguintes processos quando necessário:

- Processo de documentação – Contém o conjunto de actividades que planeia, desenha, desenvolve, produz, edita, distribui e mantém os documentos necessários a todos os interessados.
- Processo de gestão da configuração – Define as actividades para aplicação de procedimentos administrativos e técnicos, destinados a identificar e definir os itens de software num sistema e estabelecer as suas linhas básicas (*baseline*); controlar as modificações e disponibilização dos itens; registar e apresentar a

situação dos itens e dos pedidos de modificação; garantir a conclusão, a consistência e a correcção dos itens; e controlar o armazenamento, a manipulação e a distribuição dos itens de software.

- Processo de garantia de qualidade – Define as actividades para garantir a conformidade dos processos e dos produtos.
- Processo de verificação – É um processo usado para determinar se os produtos de software de uma actividade atendem completamente aos requisitos ou às condições impostas.
- Processo de validação – Define as actividades para a validação dos produtos. É usado para determinar se os requisitos e o software, ou o sistema, atendem ao uso específico proposto.
- Processo de revisão conjunta – Define as actividades para avaliar a situação e os produtos de uma actividade de um projecto. As revisões conjuntas são feitas tanto aos níveis de gestão, como nos níveis técnicos e são executadas durante a vigência do contrato.
- Processo de auditoria – Define as actividades para determinar a adequação do produto aos requisitos, aos planos do contrato, quando apropriado.
- Processo de resolução do problema – Define um processo para analisar e resolver problemas. O objectivo é fornecer meios que garantam, em tempo e de forma adequados a análise e resolução de todos os problemas encontrados e a identificação de tendências para novas ocorrências.

Processos organizacionais são a base de estabelecimento de uma estrutura constituída pelos processos fundamentais e a sua aplicação vai para além do âmbito de um projecto, contribuindo para a melhoria da organização:

- Processo de gestão – Define as actividades genéricas que podem ser usadas por cada uma das partes na gestão dos seus processos.
- Processo de Infraestrutura – Define as actividades para estabelecer e manter a infraestrutura necessária para qualquer outro processo. Pode incluir o software, hardware, ferramentas, técnicas, padrões e recursos para o desenvolvimento, a operação, ou a manutenção do software.
- Processo de melhoria – Define as actividades básicas que uma organização executa para estabelecer, avaliar, medir, controlar e melhorar um processo.
- Processo de formação – Define as actividades para oferecer e manter pessoal com formação adequada. Qualquer processo é dependente de pessoal com conhecimento e qualificação, logo é importante que a formação seja planeada e implementada com antecedência à realização dos processos.

As actividades de desenvolvimento recorrem sempre que necessário a actividades dos processos de suporte e processos organizacionais. A sua correcta utilização é fundamental para a qualidade quer do processo, quer do produto final. Desenvolvendo um pouco mais o processo de desenvolvimento (no âmbito da norma) verifica-se que este considera as actividades: Levantamento de requisitos, análise de requisitos do sistema, desenho da arquitectura do sistema, análise de requisitos do software, desenho do software, desenvolvimento e teste do software, integração do software, teste do software, integração do sistema, teste do sistema e instalação do software (ISO/IEC 12207 2002).

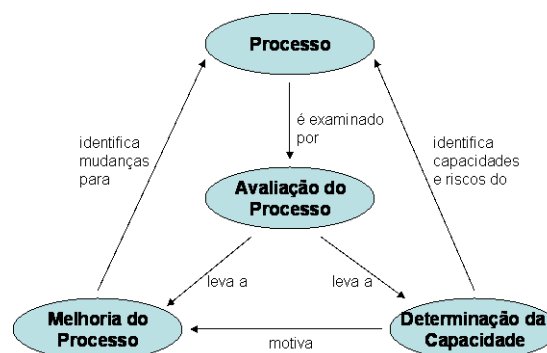
Conforme referido na norma ISO/IEC 12207 (2002) o processo de desenvolvimento deve apresentar os seguintes *outputs* (no caso de estar correctamente implementado): Os requisitos para o desenvolvimento do software são recolhidos e acordados; é

desenvolvido o produto de software ou sistema baseado em software; são desenvolvidos produtos intermédios e demonstram que o produto final é baseado nos requisitos; consistência entre os produtos do processo de desenvolvimento; factores de qualidade do sistema são optimizados de acordo com os requisitos do sistema (e.g. rapidez, custo de desenvolvimento, usabilidade, etc); é disponibilizada evidência de que o produto final cumpre os requisitos; e o produto final é instalado de acordo com os requisitos.

4.4.4 Norma ISO 15504/SPICE

Em Janeiro de 1993 iniciou-se o projecto SPICE (Software Process Improvement and Capability Determination) com o objectivo de produzir, inicialmente um relatório técnico mais geral e abrangente que os modelos existentes e mais específico que a norma ISO 9001. O projecto SPICE baseou-se em diversos modelos (entre eles o CMM do qual herdou o conceito de níveis de maturidade) e na norma ISO/IEC 12207 (donde herdou a arquitectura dos processos do ciclo de vida do software). A norma ISO/IEC 15504 fundamenta a realização de avaliações de processos de software com os objectivos de melhoria de processos e de determinação da capacidade de processos de uma organização (Figura 10).

Figura 10 - Processo de avaliação do software



Fonte: ISO/IEC TR 15504-1 (1998)

Conforme referido em ISO/IEC TR 15504-5 (1998) são definidos dois modelos de capacidade do processo. Na dimensão de processo, o processo é definido e classificado em 5 categorias. É definido um conjunto de processos universais e fundamentais para a boa prática da engenharia de software. Na dimensão de capacidade é definido um modelo de medição com base na identificação de um conjunto de atributos que permite determinar a capacidade de um processo para atingir os seus objectivos.

Na dimensão da capacidade do processo, os processos são agrupados em seis categorias de acordo com o tipo de actividades que executam:

- Nível 0: Incompleto – O processo não é implementado ou falha na consecução do seu propósito. Não existe evidência (de forma sistemática) de que os produtos do trabalho sejam adequadamente produzidos, ou que os resultados sejam alcançados.
- Nível 1: Executado – O objectivo do processo é regra geral alcançado, mas a sua execução pode não ser rigorosa, planeada e acompanhada. Reconhece-se que a acção deve ser executada e existe um consenso informal de como e quando deve ser feito.
- Nível 2: Gerido - O processo gera produtos de trabalho conforme padrões e requisitos especificados, de acordo com procedimentos específicos. A execução é planeada, acompanhada, verificada e corrigida. Este nível distingue-se do anterior no facto da execução do processo gerar produtos de trabalho que satisfazem os requisitos de qualidade especificados, em conformidade com prazos e recursos definidos.
- Nível 3: Estabelecido – O processo é definido por meio de princípios de engenharia de software e de um processo padrão da organização, que também o aprova e

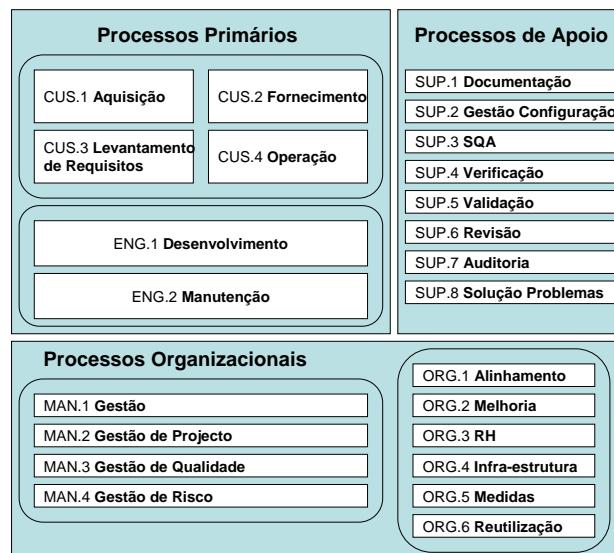
disponibiliza os recursos necessários. A principal distinção deste nível em relação ao anterior é a utilização de um processo padrão capaz de atingir os resultados definidos.

- Nível 4: Previsível – O processo é executado de forma consistente dentro de limites de controlo definidos, de forma a atingir metas definidas. São recolhidas e analisadas medições detalhadas de desempenho, de forma a proporcionar um entendimento quantitativo da capacidade do processo e uma melhoria na capacidade de prever e gerir a sua execução. A execução é gerida e a qualidade dos produtos é conhecida, de forma quantitativa. A principal distinção deste nível em relação ao anterior é que o processo passa a ser executado de forma coerente dentro de limites definidos para obter resultados.
- Nível 5: Em optimização – O desempenho do processo é continuamente melhorado de acordo com as necessidades actuais e futuras do negócio. Objectivos quantitativos de eficiência e eficácia para o desempenho do processo são estabelecidos com base nos objectivos de negócio da organização. Um acompanhamento contínuo do processo em relação a esses objectivos é feito por meio de um acompanhamento quantitativo, e a melhoria é obtida a partir da análise desses resultados. A principal diferença deste nível em relação ao anterior é que o processo definido e o processo padrão passam a ser alterados e adaptados para atingir, de forma efectiva, os objectivos actuais e futuros de negócio.

Em termos da visão da performance do processo (dimensão do processo) temos os processos agrupados em 5 categorias de acordo com o tipo de actividade que desenvolvem:

- CUS (Customer Supplier process category) – Processos que têm impacto directo no cliente, suportam o desenvolvimento e transição do software para o cliente, e apelam para a correcta utilização do software.
- ENG (Engineering process category) – Processos que especificam, implementam, ou mantêm o software, a sua relação com o sistema e a sua documentação.
- SUP (Support process category) – Processos que dão suporte a qualquer dos outros processos, em vários pontos do ciclo de vida do software.
- MAN (Management process category) – Processos com práticas de natureza genérica, que podem ser usadas pelos intervenientes que gerem o projecto ou processo no ciclo de vida do software.
- ORG (Organization process category) – Processos que estabelecem os objectivos do negócio e desenvolvem os processos, produtos e recursos que, quando usados por projectos na organização visam os objectivos de negócio traçados.

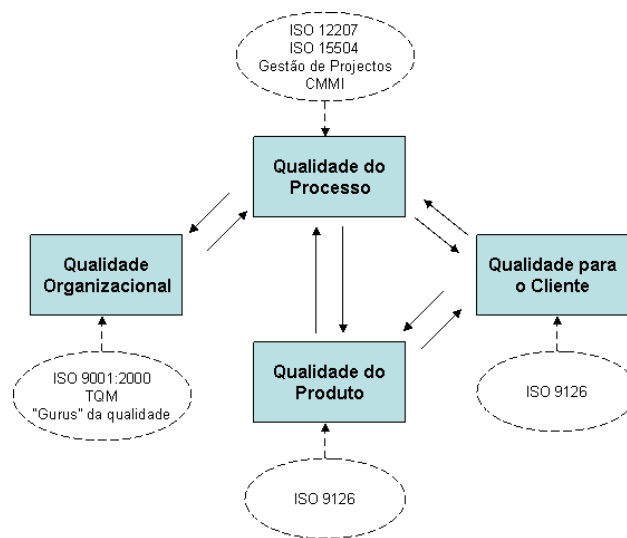
As categorias fazem parte de 3 grupos de processos do ciclo de vida: Processos fundamentais, de suporte e organizacionais (Figura 11).

Figura 11 – Processos do Software

4.4 Modelo de qualidade proposto

O modelo de qualidade proposto contempla as vertentes qualidade organizacional, qualidade do processo, qualidade do produto e qualidade para o cliente (Figura 12):

- A qualidade organizacional tem a ver com a mudança das mentalidades, com o estabelecimento de uma nova cultura da organização no que diz respeito aos aspectos da qualidade.
- A qualidade do processo relaciona-se com a implementação da qualidade ao nível de todos os processos directamente relacionados com o desenvolvimento de sistemas de informação.
- A qualidade do produto relaciona-se com a qualidade (interna e externa) presente no sistema de informação desenvolvido.
- A qualidade para o cliente tem a ver com a percepção que o cliente tem sobre características de qualidade presentes no sistema de informação.

Figura 12 – Modelo de qualidade

A qualidade organizacional cria as condições para a melhoria do processo. A melhoria de qualidade do processo é uma das formas de atingir a melhoria da qualidade do produto e melhorar a qualidade do produto é uma forma de melhorar a qualidade percebida pelo cliente (ISO 9126-1 2001). Conforme referido nesta norma, avaliar a qualidade para o cliente possibilita a melhoria de qualidade do produto, assim como avaliar a qualidade no produto pode possibilitar melhorias no processo. Por outro lado, e sendo que o processo de desenvolvimento conta com o envolvimento do cliente é natural que afecte a sua percepção de qualidade. A avaliação de qualidade para o cliente possibilita também alterações ao nível da qualidade do processo de desenvolvimento. Finalmente, a avaliação e melhoria da qualidade do processo, pode afectar a melhoria da qualidade organizacional.

4.4.1 Qualidade organizacional

A abordagem de qualidade organizacional deve contemplar o empenho e liderança da gestão de topo (a começar pelo CEO), uma fundamentação estratégica, o uso de

ferramentas e técnicas, formação, o envolvimento de todos, o trabalho em equipa e a medição e *feed-back*. Todos estes aspectos devem estar enquadrados por uma mudança cultural na organização orientada por uma “obsessão com a qualidade”. O foco no cliente é um factor importante, pois em última instância este é que irá julgar o nível de qualidade atingido e o mercado tratará de aplicar a sentença.

A organização deve posicionar a sua oferta, estabelecer a qualidade na concepção e a qualidade em termos de conformidade, mas sobretudo incorporar a diferenciação como cultura da organização. Kano descreve as diferentes características do produto como desempenho, excitação, ou básicas. A organização deve colocar a sua ambição não apenas em satisfazer (através de um produto com características de desempenho e básicas), mas em maravilhar (através da presença de características de excitação). A perspectiva de que qualquer vantagem competitiva é potencialmente provisória (reacção da concorrência), deve contudo estar sempre presente. O cliente deve então ser encarado como juiz, mas de causa de atribuição de mérito e o mercado o responsável pela entrega da medalha de honra.

As abordagens dos vários especialistas da qualidade (Juran, Deming, Crosby e Feigenbaum) contêm importantes e comprovados princípios. Das diferentes abordagens retiram-se alguns pontos em comum, como a importância atribuída ao suporte e participação da gestão de topo, a necessidade de treino e formação dos empregados, a necessidade de envolvimento de toda a organização e a necessidade de programas de melhoria de qualidade com actividades permanentes e contínuas. Ross (1994) afirma que estes autores acreditam que a gestão e o sistema (e não os trabalhadores individualmente), são a causa de baixa qualidade. Apesar das diferenças encontradas

nas várias abordagens, Ross (1994) considera algumas semelhanças: A inspecção não é uma resposta para a melhoria da qualidade; o envolvimento e liderança da gestão de topo são essenciais para a cultura de cumplicidade em relação à qualidade; um programa para a qualidade requer o empenho da organização e entrega a longo prazo, acompanhado pelo investimento necessário em formação; e a qualidade vem em primeiro lugar.

Conforme referem Cheon e Stylianou (2001) a abordagem TQM apresenta como princípios básicos: Envolvimento e empenho da gestão de topo, foco no cliente, melhoria contínua, processo de resolução de problemas estruturado e *empowerment* dos colaboradores. Estes pontos da abordagem TQM devem constituir a base de mudança e implementação de uma nova cultura de qualidade na organização.

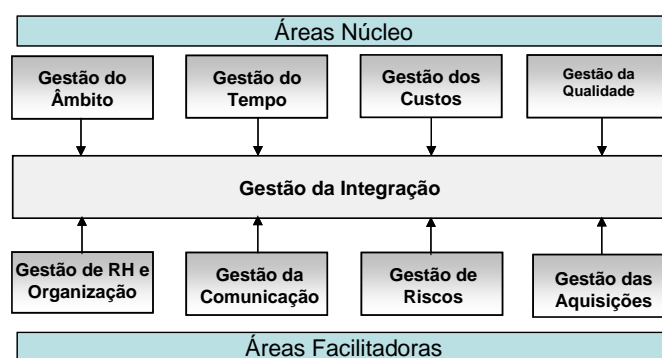
A certificação por normas ISO, pode ser um ponto de partida na definição dos requisitos mínimos de qualidade e na solidificação de uma cultura de qualidade, com um nível de garantia de qualidade e com mecanismos de análise e acção estabelecidos. Em relação à norma ISO 9001:2000, convém ter presente que esta apresenta uma base para desenvolvimento e gestão da qualidade organizacional, mas também alguns pontos que extravasam este domínio, como o domínio da qualidade do processo de desenvolvimento. A norma ISO 9000-3 como guia de aplicação da norma ISO 9001:2000 para o software insere-se também no âmbito da qualidade organizacional, bem como na qualidade do processo.

4.4.2 Qualidade do processo

Os conceitos desenvolvidos e implementados ao nível da qualidade organizacional devem ser transpostos e institucionalizados ao nível dos processos de desenvolvimento de sistemas de informação. O envolvimento de todos na qualidade, a liderança, a fundamentação estratégica, a formação, o uso de ferramentas e técnicas adequadas, o trabalho em equipa, a medição e *feed-back* e o foco no cliente, sustentados por uma “obsessão com a qualidade” constituem as bases de uma cultura organizacional orientada para qualidade. A gestão de projectos, o CMMI e as normas ISO 12206 e 15504 permitem a melhoria da qualidade através da melhoria de processos.

A gestão de projectos, com recurso a ferramentas, técnicas e ao seu corpo de conhecimentos, é um importante instrumento para a melhoria de processos. A gestão de projectos deve considerar a gestão do âmbito, tempo, custos e qualidade em cada uma das fases do projecto. Dispõe para esse fim, de uma série de áreas facilitadoras como a gestão de recursos humanos e organização, a gestão da comunicação, a gestão de riscos e a gestão das aquisições. Todas as áreas de gestão de projectos estão relacionadas através da gestão da integração (Figura 13).

Figura 13 – Gestão de projectos



Fonte: Adaptado de PMI (2000)

O CMMI para além da gestão de projectos, contempla, gestão do processo, engenharia e processos de apoio. Não se limita à melhoria do processo, mas também à melhoria organizacional. Melhorar os níveis de capacidade de cada um dos processos através de uma abordagem contínua, ou melhorar os níveis de maturidade da organização por uma abordagem por fases, é um caminho para a melhoria da qualidade da organização e para a qualidade de processos.

A norma ISO 12207 define os vários processos do ciclo de vida do software, actividades e tarefas. Esta norma aborda também, para além da qualidade do processo de desenvolvimento, a qualidade organizacional, nomeadamente através dos processos organizacionais (processo de gestão, processo de infra-estrutura, processo de melhoria e processo de formação). A norma ISO 15504 constitui um *framework* de avaliação e melhoria do processo de desenvolvimento de software, herda a arquitectura dos processos definidos na norma ISO 12207 e os níveis de capacidade do CMMI (com algumas adaptações).

4.4.3 Qualidade do produto

Conforme definido pela norma ISO 9126 a qualidade do produto pode ser decomposta em qualidade interna e externa. A norma ISO 9126 define um modelo de qualidade para a qualidade interna e externa, com o recurso a um conjunto de atributos de qualidade (funcionalidade, fiabilidade, facilidade de utilização, eficiência, facilidade de manutenção e portabilidade). Pode-se utilizar atributos de qualidade diferentes da norma, contudo há que escolher métricas de software, definir níveis de classificação para comparação e avaliar os resultados. A norma ISO 9126 desdobra as várias características de qualidade, em sub-características. Para cada uma destas sub-

características são então definidas métricas. Desta forma para além de um guião para utilização de características de qualidade do produto a norma constitui um modelo de processo de avaliação.

Para além do produto no sentido restrito do termo, há ainda a considerar o serviço prestado pela equipa responsável pelo desenvolvimento do produto. A medição do sucesso ou insucesso de um sistema de informação deve também contemplar a qualidade do serviço prestado. Conforme referem Pitt et. al (1995) um departamento de sistemas de informação não é apenas um fornecedor de produtos, mas também um fornecedor de serviços. Os autores referem ainda que pode mesmo ser a sua principal função. Este ponto pode ser generalizado a uma equipa responsável pelo desenvolvimento de um sistema (quer interna quer externa).

4.4.4 Qualidade para o cliente

A qualidade para o cliente compreende a percepção que este tem sobre a qualidade do sistema de informação. A norma ISO 9126 define um conjunto de atributos de qualidade para o cliente, denominados de características de qualidade no uso. Esses atributos são: eficácia, produtividade, segurança e satisfação. À semelhança da qualidade do produto, é definido um modelo que compreende a definição das características de qualidade, a escolha de métricas, a definição de níveis de classificação e a avaliação. Um dos pressupostos do modelo é de que a qualidade no uso depende da qualidade do produto (interna e externa). Considerando o envolvimento do cliente ao longo do processo de desenvolvimento do sistema de informação e de que este o avalia, pode-se considerar que a qualidade para o cliente é também influenciada pela qualidade do processo (de forma directa).

4.5 Qualidade na fase de análise

Conforme refere Pires (2000) a maioria dos problemas de qualidade detectados num produto têm a origem nas fases a montante do fabrico, argumenta ainda que se a qualidade começa com a identificação das necessidades e expectativas dos clientes qualquer falha nessa fase terá um elevado impacto, na qualidade do produto que não estará de acordo com as necessidades e expectativas do cliente.

Ao nível dos sistemas de informação, eram enfatizados os métodos de melhoria de actividades relacionadas com a programação, para que o número de erros fosse minimizado no final do processo. Contudo investir apenas na qualidade da fase de desenvolvimento, esquecendo outras fases, pode comprometer a qualidade da própria fase de desenvolvimento e decerto a qualidade do produto final. Os processos de desenvolvimento têm sofrido significativas melhorias e outras fases para além da fase de desenvolvimento têm sido alvo de estudos e melhorias. Contudo, conforme referem Wu e Wu (1994) apesar destas melhorias, quase 50% dos erros/defeitos são causados por falhas nas fases de análise e desenho.

Segundo trabalho desenvolvido pelo Standish Group (1996), no sentido de aferir as causas de sucesso/insucesso dos projectos de sistemas de informação, junto de gestores de tecnologias de informação, as razões principais de sucesso são: Envolvimento do utilizador (15,9%), apoio da gestão de topo (13,9%) e definição clara de requisitos (13%). Conforme refere o mesmo documento, há outros factores de sucesso, mas garantir o envolvimento do utilizador, o apoio da gestão de topo e uma definição clara de requisitos, aumenta de forma acentuada as hipóteses de sucesso do projecto. O

envolvimento do utilizador, bem como o apoio da gestão de topo devem ser conseguidos nas fases preliminares do projecto, pelo que, se esse envolvimento não é conseguido na fase de planeamento, deve ser activamente incentivado na fase de análise. O levantamento de requisitos é também uma boa oportunidade para garantir o envolvimento do utilizador e apoio da gestão de topo. A definição clara de requisitos depende das duas partes, contudo a conduta que se exige à equipa responsável pelo desenvolvimento deve superar qualquer dificuldade ou adversidade, desde que com o apoio da gestão de topo.

Conforme referem Browne e Rogich (2001) *“a principal reason that systems do not meet user expectations is the failure of the development process to yield a complete and accurate set of requirements...improvements in requirements determination methods can have a dramatic impact on both the effectiveness of systems and the efficiency of the development process”*.

A convicção da importância desta fase para a qualidade do sistema de informação e a quantidade de falhas a que está sujeita, quer pela sua complexidade, quer pouca relevância que no terreno lhe é atribuída, coloca-a no centro da investigação deste trabalho. No estudo da fase de análise é importante definir de forma clara quais as tarefas que esta envolve e quais o *inputs* e *outputs* que se esperam. Depois de definidos estes pontos, passa-se ao enquadramento da fase de análise no domínio da qualidade. É importante então, no âmbito da qualidade do processo, precisar procedimentos e princípios para a qualidade da fase de análise, para que esta possa contribuir para a produção de sistemas de informação com qualidade e que estes vão ao encontro das características de qualidade na óptica do cliente.

A fase de análise é composta pelas tarefas de reconhecimento do problema, levantamento de requisitos, especificação de requisitos e revisão da especificação. O cuidado com a qualidade deve estar presente em cada uma destas tarefas.

4.5.1 Reconhecimento do problema

Esta tarefa deve ser mais ou menos aprofundada conforme o desenvolvimento feito na fase de planeamento do sistema. Para se passar à tarefa seguinte deve-se ter uma resposta clara para as seguintes questões:

- Qual o prazo do projecto e das várias fases de desenvolvimento?
- Quais os recursos envolvidos (de ambos os lados)?
- Qual o custo do projecto?
- O Projecto é viável?
- O problema está perfeitamente definido? Qual é?

Esta tarefa faz a ponte entre o planeamento e a análise do sistema de informação e garante que a fase de planeamento foi executada de forma adequada tendo em consideração as características do projecto a empreender.

4.5.2 Levantamento de requisitos

Conforme refere Carr (2000) *“The capturing of requirements seems like a simple matter that can be done quickly, and then put aside. But studies, surveys, and experience demonstrates that poorly executed REAM [requirements engineering and management] is the most significant contributor to system failures such as late delivery, over budget, and either poor or incorrect performance”*. A tarefa de levantamento de requisitos reveste-se de alguma complexidade e a maior dificuldade talvez seja determinar as

necessidades reais do cliente. Conforme referido na norma ISO/IEC 9126-1 (2001) *“...needs stated by a user do not always reflect the real user needs, because: (1) a user is often not aware of his real needs, (2) needs may change after they are stated, (3) different users may have different operating environments, and (4) it may be impossible to consult all the possible types of user, particularly for off-the-shelf software”*.

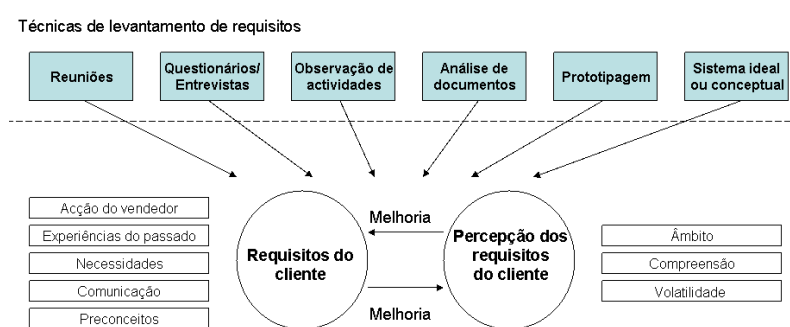
Conforme referem Browne e Rogich (2001) apesar de vários investigadores terem estudado a análise de sistemas de informação, os modelos actuais relativos à tarefa de levantamento de requisitos são escassos. As falhas repercutidas no processo de desenvolvimento, advindas da tarefa de levantamento de requisitos podem ser: Requisitos que não reflectem as necessidades dos *stakeholders*, requisitos inconsistentes, requisitos incompletos, requisitos conflituosos, requisitos mal compreendidos, requisitos vagos ou ambíguos, requisitos ilegítimos, requisitos que vão sendo introduzidos e consequências inesperadas (Carr 2000).

Conforme referem Kotonya e Sommerville (2002) a tarefa de levantamento de requisitos apresenta algumas dificuldades: Problemas de âmbito (os limites do sistema são definidos de forma incompleta ou são definidos detalhes técnicos desnecessários que podem confundir), problemas de compreensão (o cliente/utilizador não tem total certeza das necessidades, tem uma compreensão limitada do seu ambiente computacional, não possui uma compreensão total do domínio do problema, tem problemas de comunicação das suas necessidades, omite informações que considera óbvias, especifica requisitos conflitantes com necessidades de outro utilizador e especifica requisitos ambíguos e instáveis) e problemas de volatilidade (os requisitos mudam com o tempo).

Conforme refere Ward (1994) *“There are two major reasons why requirements definition is so difficult. First, the customer/user may have only the vaguest idea of what an information system should look like prior to actual implementation and use of that system. Second, system developers commonly lack sufficient knowledge of the business functions a system must support to define how the system must be configured”*. A melhoria de qualidade no levantamento de requisitos pressupõe a aproximação entre requisitos do cliente e percepção dos requisitos através de uma gestão destes dois domínios com recurso a técnicas e a uma comunicação eficaz entre cliente/utilizador e analistas.

A tarefa de levantamento de requisitos pode ser sintetizada na Figura 14. Esta pode ser conduzida mediante a aplicação de uma ou várias técnicas.

Figura 14 – Tarefa de levantamento de requisitos



A selecção das técnicas (estratégias) a utilizar, bem como dos métodos e metodologias de cada técnica (estratégia) é tratada por Davis (1982). Por um lado, a aplicação destas técnicas permite ao analista construir uma percepção da expectativa do cliente, que constitui a base para a tarefa de especificação de requisitos. Por outro lado, a aplicação destas técnicas tem um efeito sobre a expectativa formada pelo cliente acerca do sistema de informação.

O analista deve possuir as características e ferramentas necessárias para criar um ambiente propício à percepção mais exacta e completa possível dos requisitos do cliente. Para além disso, o analista deve ter um papel preponderante na formação de expectativas do cliente. Este ponto é especialmente crítico quando falamos de equipas, ou empresas, que previamente tiveram que convencer o cliente/utilizador/gestor de que o sistema é relevante. Efectivamente é comum nesta etapa maximizar pontos fortes e minimizar os pontos fracos, podendo criar no cliente/utilizador/gestor uma falsa expectativa em relação ao sistema.

Ao nível dos requisitos do cliente é também importante realçar, para além da acção do vendedor e do analista do sistema um conjunto de outros factores que influenciam a visão do cliente em relação ao sistema de informação. As experiências passadas têm um impacto directo na definição de requisitos para o sistema e conforme refere Davis (1982) as experiências mais recentes tendem a ter um impacto maior. As necessidades do cliente são outro factor que influencia os requisitos e podem existir diferenças entre diversos utilizadores, bem como diferenças formadas pela passagem do tempo. A comunicação por diversos canais quer internos, quer externos à organização, podem também afectar os requisitos do cliente. Os preconceitos organizacionais podem advir de procedimentos correntes, informação disponível, eventos recentes, influências de pequenas amostras de eventos, que originam um desvio humano em relação à selecção e uso de dados, conforme referido por Davis (1982).

Um sistema com qualidade pressupõe que a expectativa do cliente seja correspondida com a utilização do sistema, e para tal é importante que a expectativa do cliente seja realista e que a percepção da sua expectativa seja tanto quanto possível completa e

exacta. O processo de desenvolvimento do sistema de informação é susceptível a desvios entre o que é pretendido pelo cliente e o que é desenvolvido, quanto mais não seja porque a própria expectativa do cliente pode mudar com o desenrolar do projecto. É importante gerir e minimizar esse desvio. Iniciar um projecto com a percepção errada, ou incompleta dos requisitos do cliente aumenta a sua probabilidade de insucesso. A execução desta tarefa deve-se pautar por rigorosos princípios de qualidade (à semelhança das demais tarefas das diversas fases do processo de desenvolvimento). A Figura 15 sintetiza os pontos importantes para a qualidade do levantamento de requisitos.

Figura 15 – Qualidade no levantamento de requisitos



A preocupação com a qualidade desta tarefa deve então passar por: Utilização das técnicas mais adequadas; preocupação com o realismo das expectativas do cliente; percepção das expectativas exacta e completa (tanto quanto possível); e promoção de uma comunicação aberta e activa com o cliente.

Deve ser feita uma análise cuidada das técnicas a utilizar mediante as características do projecto/sistema em desenvolvimento. Os requisitos do cliente devem ser geridos com cuidado, sempre com a noção de que estes são afectados por diversas variáveis e estão

na base da formação da expectativa que o cliente constrói do sistema. Aquando da formação da percepção dos requisitos do cliente devem ser tidas em conta as dificuldades inerentes ao processo. Estas dificuldades segundo referem Kotonya e Sommerville (2002) podem ser superadas através de algumas medidas: Identificar as pessoas envolvidas no levantamento de requisitos e compreender os seus preconceitos organizacionais; solicitar a participação de várias pessoas para garantir diversos pontos de vista; identificar de forma clara a justificação para cada um dos requisitos; e identificar requisitos ambíguos (candidatos a prototipagem).

A comunicação é o factor crítico de sucesso de todo este processo, quer na aplicação das diversas técnicas de levantamento de requisitos junto do cliente, quer para efectuar a gestão de requisitos do cliente, quer para construir uma percepção exacta e completa dos requisitos do cliente. Conforme referem Byrd et. al. (1992) são vários os obstáculos que se colocam à comunicação: Limitações cognitivas dos indivíduos; diferenças de linguagem entre utilizadores e analistas; e balanceamento de necessidades de vários utilizadores (este ponto envolve *tradeoffs* e estabelecimento de prioridades de necessidades).

4.5.3 Especificação de requisitos

Os requisitos dividem-se em requisitos do cliente e requisitos do produto. Os requisitos do cliente são recolhidos no levantamento de requisitos e devem ser expressos de forma que o cliente os compreenda. Os requisitos do produto devem ser expressos de forma que os responsáveis pelo desenho os possam transpor para o desenho. A modelização surge como instrumento de transposição de requisitos do cliente para requisitos do

produto, e abarca diversas técnicas (apresentadas a montante) com visões diferentes mas complementares do sistema.

Para além da facilidade de transposição dos requisitos para o desenho do sistema é importante converter aquilo que são os requisitos apresentados pelo cliente, em requisitos cuja incorporação no produto possa ser testada. É importante expressar um nível de qualidade, atribuindo um significado concreto aos seus atributos, de forma que se possa testá-lo. Requisitos como “a interface deve ser apelativa”, “o desempenho deve ser bom”, não podem ser testados, ou o seu teste está envolto em elevada subjectividade. Torna-se então difícil verificar de forma clara a sua incorporação no produto.

A especificação de requisitos deve ser clara, não-ambígua, consistente e completa. Estes conceitos devem, tanto quanto possível, constituir uma interpretação única e bem definida da especificação, de ambas as partes envolvidas no processo. Qualquer que seja a abordagem utilizada deve-se obedecer aos princípios.

A abordagem QFD (Quality Function Deployment) é uma solução para a especificação de requisitos e pode-se descrever de forma resumida como: Recolha dos requisitos transmitidos pelo cliente, conversão desses requisitos em requisitos técnicos e mensuráveis, identificação da relação entre os requisitos do cliente e as especificações do produto (utilização de uma matriz de correlação preenchida pelo cliente), definição de prioridades para os requisitos definidos (através dados de inquéritos), e aplicação de um mecanismo de cálculo para determinar as prioridades para o cliente em termos da especificação do produto. Conforme refere Pressman (2001) o objectivo é recolher os

requisitos esperados e deduzir os requisitos notáveis. Segundo referência no website do QFD Institute (www.qfdi.org) *“It helps organizations seek out both spoken and unspoken needs, translate these into actions and designs, and focus various business functions toward achieving this common goal. QFD empowers organizations to exceed normal expectations and provide a level of unanticipated excitement that generates value”*.

4.5.4 Revisão da especificação

Conforme referem Britton e Doake (2003) *“The validation process can be seen as the application of quality assurance as applied to the requirements specification, leading to a well-founded belief of all sides that the specification is an accurate description of the system requirements”*. Esta tarefa deve contudo ser já aplicada no levantamento de requisitos. Os *outputs* resultantes do levantamento de requisitos devem ser devidamente validados antes de se proceder à especificação.

Conforme referem Kotonya e Sommerville (2002) numa tarefa que os autores denominam de análise e negociação de requisitos, os requisitos devem ser analisados, catalogados e organizados em subconjuntos relacionados, deve ser analisado o relacionamento entre os diversos requisitos, examinada a consistência, omissão e ambiguidade de requisitos e estabelecidas prioridades com base nas necessidades do cliente/utilizador. Os requisitos devem ser cuidadosamente analisados, eliminados, combinados, modificados de forma a ser atingido um consenso entre diversos utilizadores e a equipa responsável pelo desenvolvimento do sistema.

Ao nível da validação de requisitos apresenta-se uma lista de questões que devem ser colocadas pela equipa responsável pelo desenvolvimento do sistema:

- Os requisitos levantados (requisitos do cliente) são consistentes com os objectivos gerais do sistema?
- O nível de detalhe de cada requisito está adequado? (um requisitos deve descrever de forma clara o que se pretende mas sem detalhes técnicos excessivos)
- Todos os requisitos são necessários?
- Não há ambiguidades entre requisitos?
- Não há conflitos entre requisitos?
- Cada requisito está identificado no que diz respeito à sua fonte?
- Os requisitos do cliente podem ser transformados em requisitos do produto?
- Foi adoptada uma postura proactiva na identificação de requisitos? (é desejável que no levantamento de requisitos possam ser identificados requisitos não explicitamente referidos pelo utilizador).

Ao nível da especificação de requisitos apresenta-se também uma lista de questões que devem ser colocadas:

- Os requisitos especificados (requisitos do produto) continuam consistentes com os requisitos levantados (requisitos do cliente)?
- Todos os requisitos do cliente estão todos convertidos em requisitos do produto?
- Estão descritos de forma correcta, clara, consistente e completa, todos os objectos de dados *input* ou *output* do sistema?
- Estão representadas de forma correcta, clara, consistente e completa, todas as relações entre os objectos de dados?

- Está representado o fluxo de informação e as transformações que são operadas à medida que os dados se movem da entrada para a saída, de forma correcta, clara, consistente e completa?
- O comportamento do sistema em consequência de eventos externos está representado de forma correcta, clara, consistente e completa?
- Os requisitos estão especificados de forma clara? Não há problemas de interpretações incorrectas?
- Foram aprovados (formalmente) os documentos produzidos nas tarefas de levantamento e especificação de requisitos?
- Foi revisto e caso necessário reajustado o planeamento do projecto?

Para além da preocupação com a qualidade no reconhecimento do problema, no levantamento de requisitos, na especificação de requisitos e na revisão da especificação, é importante garantir a gestão da qualidade ao longo de todo o processo de desenvolvimento. É muito importante ao nível dos requisitos geri-los ao longo de todo este processo. Conforme referem Kotonya e Sommerville (2002) são comuns os casos em que mais de 50% dos requisitos são alterados antes que o sistema entre em produção e advêm de erros nos próprios requisitos, de conflitos e inconsistências, da evolução do conhecimento do utilizador, de problemas técnicos, de custo ou planeamento, de mudanças nas prioridades do utilizador, de mudanças ambientais, e de mudanças organizacionais. A evolução dos requisitos é um facto intrínseco ao próprio processo de desenvolvimento que tem que ser interiorizado, incorporado e gerido no processo de desenvolvimento.

5. Metodologia de Investigação

A metodologia adoptada passa pela revisão bibliográfica e pela aplicação de questionários e análise de questionários. A revisão bibliográfica aborda a qualidade, os sistemas de informação e a aplicação deste conceito no domínio dos sistemas de informação. O questionário é aplicado a indivíduos que executam a tarefa de gestão de projectos, em empresas cujo objectivo de negócio é o desenvolvimento de sistemas de informação. A análise do questionário é feita através de um conjunto de técnicas estatísticas adequadas, com recurso ao sistema SPSS.

5.1 Objectivos de investigação

O título da dissertação “Qualidade no Desenvolvimento de Sistemas de Informação: Análise de Sistemas de Informação” delineia os objectivos deste trabalho. Conforme referência contínua na bibliografia consultada as falhas nos projectos de sistemas de informação são por demais evidentes. As causas e as soluções apresentadas são tema central de diversos estudos. Estamos perante um problema de falta de qualidade ao nível dos sistemas de informação.

Partindo do conceito geral de qualidade e aplicando-o no domínio dos sistemas de informação, define-se um modelo de qualidade que começa ao nível da qualidade da organização, passa pela qualidade do processo de desenvolvimento de sistemas de informação, pela qualidade do produto sistema de informação e termina na qualidade no uso percebida pelo cliente. Tomando como base este domínio de qualidade coloca-se a fase de análise no centro do estudo, por se considerar ser uma fase com elevado potencial para melhorias e com elevado impacto na qualidade do produto.

Depois de revista a bibliografia no que diz respeito à qualidade, ao desenvolvimento de sistemas de informação e à qualidade inserida neste domínio, é importante e objectivo deste trabalho observar a realidade das empresas que se dedicam ao desenvolvimento de sistemas de informação, no que concerne à qualidade. É objectivo traçar um perfil geral das mesmas em termos da qualidade em diversos prismas tratados neste trabalho: qualidade organizacional, qualidade do processo e qualidade do produto.

Em relação à fase que se considera como central neste trabalho – fase de análise – surgem várias referências de que esta foi negligenciada na evolução do desenvolvimento de sistemas de informação e que esta é ainda hoje preterida na escala de prioridades. É objectivo perceber quais os factores que contribuem para a qualidade na análise, como esta pode ser medida e até que ponto esta é importante para a qualidade do produto final.

5.2 Hipóteses de investigação

Pretende-se testar a existência de correlação entre a qualidade na análise e a qualidade do produto final. A qualidade do produto é medida em termos dos atributos de qualidade interna e externa do produto definidos na norma ISO 9126 (funcionalidade, fiabilidade, facilidade de utilização, eficiência, facilidade de manutenção e portabilidade). As hipóteses testadas são:

H1: A qualidade da análise está significativamente correlacionada com a funcionalidade do sistema de informação;

H2: A qualidade da análise está significativamente correlacionada com a fiabilidade do sistema de informação;

H3: A qualidade da análise está significativamente correlacionada com a facilidade de utilização do sistema de informação;

H4: A qualidade da análise está significativamente correlacionada com a eficiência do sistema de informação;

H5: A qualidade da análise está significativamente correlacionada com a facilidade de manutenção do sistema de informação;

H6: A qualidade da análise está significativamente correlacionada com a portabilidade do sistema de informação.

5.3 Construção do questionário

O questionário tem uma pequena introdução que visa motivar, ou pelo menos não desincentivar o inquirido a preencher.

É composto por um primeiro grupo de questões “Caracterização da Empresa/Indivíduo” para recolha de informação relevante dos inquiridos e das empresas em que estes são colaboradores.

O segundo grupo de questões, denominado “Qualidade na Análise de Sistemas de Informação”, destina-se a identificar as variáveis relevantes para a qualidade da análise (variáveis recolhidas na bibliografia consultada e da experiência profissional) e a identificar a forma mais adequada para medir essa qualidade (variáveis recolhidas na bibliografia consultada e da experiência profissional).

O terceiro grupo de questões “Avaliação da Qualidade” visa dar um panorama geral da qualidade nos domínios: qualidade organizacional, qualidade do processo e qualidade

do produto, recorrendo para o efeito à bibliografia (qualidade organizacional), ao CMMI (qualidade do processo) e à norma ISO 9126 (qualidade do produto). É feita também a avaliação da qualidade da análise com recurso às variáveis definidas no grupo “Qualidade na Análise de Sistemas de Informação” (factores de qualidade e medidas de qualidade).

5.4 Obtenção de dados e amostragem

A metodologia de recolha de dados é o questionário. Optou-se por esta metodologia por poder abranger um conjunto alargado do universo estudado e requerer um investimento temporal exequível com o planeamento deste trabalho. O contexto que se pretende estudar é o das empresas de sistemas de informação que operam em Portugal. Os inquiridos são gestores de projecto que trabalham nestas empresas.

O método de amostragem adoptado consistiu na selecção aleatória de empresas de sistemas de informação. Dentro destas empresas foram seleccionados gestores de projectos de forma casual com os quais se estabeleceu contacto para conseguir seleccionar os restantes inquiridos. Houve a preocupação, de seleccionar apenas gestores de projecto afectos a projectos não coincidentes, por forma a garantir que se analisam dados relativos a projectos distintos.

O questionário desenvolvido foi alvo de um estudo preliminar de forma a detectar questões menos claras em termos de semântica e sintaxe na óptica dos inquiridos e verificar se o questionário cumpria os fins a que se propunha. Conforme referem Hill e Hill (2002) *“um estudo preliminar é um estudo de pequena escala feito para fornecer informação relevante para a investigação principal”*. Foi então submetido o

questionário a 10% dos casos que compõem a amostra seleccionada (12 casos). Este estudo permitiu refinar algumas questões. Depois de definido o questionário final (Anexo I - Questionário) foi remetido via email aos inquiridos.

A taxa de resposta obtida foi de cerca de 46%, ou seja, dos 120 inquéritos enviados, obtiveram-se 55 respostas, sendo contudo 2 delas inválidas (inquiridos que não eram gestores de projecto). A taxa de resposta foi positiva, tendo-se para o efeito recorrido a diversas iterações.

O prazo definido para recolha dos questionários foi de 30 dias, findo o qual se iniciou o tratamento estatístico dos questionários recebidos. Para tratamento estatístico dos questionários usou-se o sistema SPSS 11.0.

6. Análise de Resultados

No que diz respeito às empresas envolvidas no preenchimento do questionário, de salientar que a antiguidade da empresa não é considerada uma variável válida pois um número elevado de inquiridos não interpretou a questão de forma correcta, apesar do mesmo não ter acontecido no questionário do estudo preliminar.

Em termos médios as empresas a que pertencem os inquiridos têm cerca de 300 empregados sendo o mínimo de 40 empregados e o máximo de 1000 empregados. Em termos de volume de negócios a média é de cerca de 29 milhões de euros, com um mínimo de 2 milhões de euros e um máximo de 125 milhões de euros (Anexo III – Estatísticas Descritivas).

Em relação ao perfil dos inquiridos foram utilizadas as variáveis “Anos de experiência profissional” e “Anos a que exerce a função de gestão de projectos”. Os dados obtidos estão organizados na Tabela 15.

Tabela 15 – Caracterização dos indivíduos

Descrição		Observações	Observações (%)
Experiência profissional	[1,3[	0	0
	[3,6[	14	26
	[6,11[	37	70
	[11,∞[	2	4
Experiência de gestão de projectos	[1,3[	21	40
	[3,6[	25	47
	[6,11[	7	13
	[11,∞[	0	0

Em termos de experiência profissional nenhum dos inquiridos tem menos de 3 anos de experiência profissional, o que se explica pelo facto de se enviarem os questionários a gestores de projecto (o que pressupõe já algum nível de experiência), 26% têm entre 3 e

5 anos (inclusivé) de experiência, 70% dos inquiridos têm entre 6 e 10 anos (inclusivé) de experiência e 4% têm mais de 11 anos de experiência. Quando se refere a experiência em gestão de projectos as observações deslocam-se para as classes mais baixas, o que reflecte o nível de experiência exigido para a gestão de projectos: 40% dos inquiridos tem entre 1 e 2 anos (inclusivé), 47% dos inquiridos tem entre 3 e 5 anos (inclusivé), 13% dos inquiridos têm entre 6 e 10 anos (inclusivé) e nenhum inquirido tem mais de 11 anos (inclusivé) de experiência de gestão de projectos. Em termos médios os inquiridos têm 7,26 anos de experiência profissional e 3,32 anos de experiência de gestão de projectos (Anexo III – Estatísticas Descritivas).

Na avaliação por parte dos inquiridos das variáveis relevantes para a qualidade na análise de sistemas de informação foi utilizada uma escala de Likert em que 1 – Muito baixo e 5 – Muito alto. Obtiveram-se os seguintes resultados (Tabela 16).

Tabela 16 – Factores de qualidade na análise de sistemas de informação

Variável	Média
Nível de formação em análise de sistemas de informação de quem a realiza	3,92
Nível de experiência em análise de sistemas de informação de quem a realiza	4,55
Nível de formação em qualidade de sistemas de informação de quem realiza a análise	3,43
Comprometimento e empenho do utilizador	4,21
Gestão da mudança dos requisitos e necessidades do utilizador	4,15
Empenho da gestão de topo da empresa que usufrui do sistema de informação	3,85
Aceitação formal dos documentos produzidos	3,62
Utilização de ferramentas CASE	2,78
Identificação de requisitos importantes não definidos pelo cliente	3,75
Disponibilidade dos utilizadores e outras fontes de informação	4,02
Gestão da qualidade	3,64
Utilização de métricas de produtividade	3,09
Utilização de métricas de qualidade	3,17
Gestão contínua de comunicação com o utilizador	4,21

Foram consideradas menos relevantes as variáveis: “Utilização de ferramentas CASE”, “Utilização de métricas de produtividade” e “Utilização de métricas de qualidade”. A utilização de métricas é considerada pouco relevante talvez por não haver um

conhecimento e a sua aplicação ser muito débil, ou mal direccionada nas empresas. A utilização de ferramentas CASE foi considerada pouco relevante pelos inquiridos, contudo foi considerada relevante neste estudo por se considerar que a sua utilização pressupõe o conhecimento das mesmas e a aplicação de um conjunto de técnicas. As ferramentas CASE podem facilitar o trabalho das fases posteriores, diminuem o risco de falha de comunicação e correctamente utilizadas dispõe de um conjunto de mecanismos de validação que podem permitir um aumento de qualidade do processo e do produto da fase de análise.

Foram consideradas mais relevantes pelos inquiridos o nível de experiência em análise de sistemas de informação de quem a realiza, o comprometimento e empenho do utilizador no processo de desenvolvimento e a gestão contínua de comunicação com o utilizador.

Quando se solicitou aos inquiridos que classificassem as variáveis que medem a qualidade da fase de análise com recurso a uma escala de Likert em que 1 – Muito baixo e 5 – Muito alto, obtiveram-se os resultados da Tabela 17.

Tabela 17 – Avaliação da qualidade na análise de sistemas de informação

Variável	Média
Satisfação do cliente/utilizador em relação ao processo utilizado na fase de análise	3,77
Satisfação do cliente/utilizador em relação ao output da fase de análise	4,17
Custos de falhas derivadas da fase de análise	3,48
Compreensão por parte do cliente dos requisitos especificados e modelos desenvolvidos	4,08
Compreensão dos requisitos e modelos, pelo programador ou responsável pelo desenho	4,26
Cumprimento dos prazos definidos para a fase de análise	3,40
Cumprimento dos custos estimados para a fase de análise	3,40

Todas as variáveis foram consideradas como moderadamente relevantes ou muito relevantes. As variáveis consideradas menos relevantes para avaliação da qualidade da

fase de análise, foram o cumprimento de prazos e custos estimados para a fase de análise. Este resultado indicia uma maior relevância atribuída à funcionalidade em detrimento de custos e prazos. Os custos das falhas derivadas da fase de análise são considerados moderadamente relevantes possivelmente por serem de difícil mensuração. As variáveis consideradas mais relevantes foram a compreensão dos requisitos e modelos pelo programador ou responsável pelo desenho e pelo utilizador. A satisfação do utilizador em relação ao output da fase de análise é também das variáveis consideradas mais relevantes.

Quando questionados se a organização a que os inquiridos pertencem está ou não certificada por alguma norma de qualidade, apenas 22,6% dos inquiridos afirmou que a empresa a que pertencem está certificada, 7,5% afirmaram que a empresa a que pertencem não está certificada e 37% não responderam. Quando foi solicitado aos inquiridos que enunciassem a norma pela qual a empresa está certificada obtiveram-se 26 respostas (mais do que as 12 respostas afirmativas na questão anterior – o que desde já coloca em dúvida a validade dos resultados obtidos na questão anterior) sendo que 3 das empresas estavam certificadas pela norma ISO 9002 e 23 pela norma ISO 9001. Assumindo que os inquiridos cuja empresa está certificada identificaram a norma respectiva, temos que 49,1% das empresas estão certificadas (Anexo II – Tabelas de Frequência). Este número pode ser um pouco mais elevado se considerarmos que alguns inquiridos sabem que a empresa está certificada mas desconhecem por que norma.

Em relação à qualidade organizacional foi solicitado aos inquiridos que analisassem a organização a que pertencem em relação às variáveis apresentadas na Tabela 18. Para o efeito foi utilizada uma escala de Likert em que 1 – Muito baixo e 5 – Muito alto.

Tabela 18 – Avaliação da qualidade organizacional

Variável	Média
Nível de enfoque no cliente	3,77
Envolvimento de todos na melhoria	3,09
Nível de utilização de métricas de qualidade	2,45
Nível de utilização de métricas de produtividade	2,96
Empenho da gestão de topo	3,49
Nível de utilização de ferramentas e técnicas	3,34
Nível de formação	3,26
Melhoria permanente da qualidade	3,08

No que concerne à utilização de métricas (de qualidade e de produtividade) o valor médio foi de 2,45 e 2,96 respectivamente, o que revela a pouca propensão das empresas a medir. Todas as outras variáveis situaram-se num nível (apenas) satisfatório, sendo o nível de enfoque no cliente o mais elevado com 3,77 de média. Este valor pode-se explicar por ser uma preocupação da gestão apregoada há vários anos, ou seja, se não há uma real aplicação do conceito há pelo menos uma preocupação teórica. Contudo o valor não é tão alto quanto seria de esperar. As estatísticas descritivas estão disponíveis no Anexo III – Estatísticas Descritivas.

Com o objectivo de aferir o panorama em termos de qualidade do processo utilizou-se a escala desenvolvida no CMMI (Capability Maturity Model Integrated). Questionou-se directamente os inquiridos em que nível colocariam a organização em que estão inseridos e o valor médio obtido foi de 2,92. Este valor a ser fiável seria positivo pois situa as organizações próximas do nível: *“A organização dispõe de um processo de desenvolvimento definido. Existe a preocupação com um processo padronizado para a organização e customizado para cada projecto. O processo é definido, documentado e compreendido”*(CMMI). O cálculo deste valor obedece contudo a uma metodologia composta por diversas questões que por si só compõe um questionário.

Em relação à qualidade do produto, pediu-se aos inquiridos que avaliassem o último sistema de informação desenvolvido em relação à sua funcionalidade, fiabilidade, facilidade de utilização, eficiência, facilidade de manutenção e portabilidade, com recurso a uma escala de Likert em que 1 – Muito mau e 5 – Muito bom. Em termos médios os resultados foram elevados, oscilando entre 3,63 (portabilidade) e 4,14 (funcionalidade). A Tabela 19 apresenta os resultados. São apresentadas as estatísticas descritivas no Anexo III – Estatísticas Descritivas.

Tabela 19 – Avaliação da qualidade do produto

Variável	Média
Funcionalidade	4,14
Fiabilidade	3,83
Facilidade de utilização	3,83
Eficiência	4,08
Facilidade de manutenção	3,79
Portabilidade	3,63

Foi solicitado aos inquiridos que avaliassem cada um dos factores de qualidade na fase de análise, com recurso a uma escala de Likert em que 1 – Muito baixo e 5 – Muito alto. Foram obtidos os resultados constantes na Tabela 20.

Tabela 20 – Factores de qualidade da fase de análise

Variáveis	Média
Nível de formação em análise de sistemas de informação de quem a realiza	3,72
Nível de experiência em análise de sistemas de informação de quem a realiza	3,85
Nível de formação em qualidade de sistemas de informação de quem realiza a análise	3,19
Comprometimento e empenho do utilizador	3,30
Gestão da mudança dos requisitos e necessidades do utilizador	3,13
Empenho da gestão de topo da empresa que usufrui do sistema de informação	3,47
Aceitação formal dos documentos produzidos	2,57
Utilização de ferramentas CASE	1,36
Identificação de requisitos importantes não definidos pelo cliente	3,43
Disponibilidade dos utilizadores e outras fontes de informação	3,43
Gestão da qualidade	2,55
Utilização de métricas de produtividade	2,19
Utilização de métricas de qualidade	1,83
Gestão contínua de comunicação com o utilizador	3,79

Conforme observado através da média, os factores de qualidade com níveis mais elevados foram o “Nível de experiência em análise de sistemas de informação de quem

a realiza”, a “Gestão contínua de comunicação com o utilizador” e o “Nível de formação em análise de sistemas de informação de quem a realiza”. Realça-se aqui a importância já atriuída nestes projectos analisados para a experiência, gestão da comunicação e formação.

Os valores médios mais baixos são obtidos pela “Utilização de ferramentas CASE”, “Utilização de métricas de qualidade” e “Utilização de métricas de produtividade”. Em relação às ferramentas CASE verifica-se que no universo de projectos avaliados em 41,5% dos projectos estas não são utilizadas e são muito pouco utilizadas nos restantes (Anexo II – Tabelas de Frequências). No que concerne à utilização de métricas os resultados são semelhantes embora numa escala não tão negativa.

Se analisarmos os factores de qualidade na fase de análise considerados menos relevantes pelos inquiridos (Tabela 16) verificamos que estes coincidem com os factores com nível mais baixo nos projectos analisados. Este facto reforça a ideia de que estes factores são porventura pouco utilizados e que o desconhecimento e pouca utilização leva a que estes sejam considerados como secundários.

Em relação à avaliação do último projecto em que os inquiridos estiveram envolvidos, foram obtidos os seguintes resultados (Tabela 21), com recurso à escala de Likert 1 – Muito mau e 5 – Muito bom.

Tabela 21 – Avaliação da qualidade da análise

Variável	Média
Satisfação do cliente/utilizador em relação ao processo utilizado na fase de análise	3,72
Satisfação do cliente/utilizador em relação ao output da fase de análise	3,70
Custos de falhas derivadas da fase de análise	2,91
Compreensão por parte do cliente dos requisitos especificados e modelos desenvolvidos	3,51
Compreensão dos requisitos e modelos, pelo programador ou responsável pelo desenho	3,89
Cumprimento dos prazos definidos para a fase de análise	3,58
Cumprimento dos custos estimados para a fase de análise	3,49

Os valores médios mais elevados foram a “Compreensão dos requisitos e modelos, pelo programador ou responsável pelo desenho” e a satisfação do utilizador em relação ao processo e ao output da fase de análise.

O “Custo de falhas derivadas da fase de análise” apresenta um resultado pouco favorável em termos de média 2,91.

6.1 Relação entre os factores de qualidade e a qualidade na fase de análise

Para testar se os factores de qualidade propostos têm impacto na qualidade da fase de análise seguiu-se o seguinte procedimento:

- No cálculo dos factores, calculou-se a média ponderada pela relevância atribuída a cada um destes factores (Tabela 16).
- No cálculo do nível de qualidade da fase de análise, calculou-se a média ponderada pela relevância atribuída a cada uma das variáveis (Tabela 17).

Para aplicação de testes de correlacção testou-se a normalidade das distribuições (Anexo IV – Testes de Normalidade). Para este efeito efectuaram-se os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. A hipótese nula que se pretende testar é de que a

variável é distribuída normalmente. Para o efeito rejeita-se a hipótese nula se p-value é menor ou igual ao nível de significância definido. Conforme se pode verificar no Anexo IV – Testes de Normalidade o valor obtido para o p-value no teste de Kolmogorov-Smirnov é de 0,015 no caso da variável “Medida de qualidade da análise” e de 0,033 no caso da variável “Factores de qualidade na análise”. Definindo um nível de significância de 0,05 temos então que a hipótese nula é rejeitada. Há evidência estatística de que as distribuições não são normais a um nível de significância de 5%. O teste de Shapiro-Wilk vem confirmar os resultados a um nível de significância de 5%.

Pelo facto das distribuições não serem normais tem que se aplicar testes de correlação não paramétricos. A hipótese nula que se pretende testar é de que as variáveis não estão correlacionadas positivamente. Utilizaram-se os testes de correlação não paramétricos de Kendall e de Spearman (Tabela 22).

Tabela 22 – Correlação factores de qualidade/qualidade

			Factores de Qualidade
Kendall's tau_b	Qualidade	Correlation Coefficient	,480**
		Sig. (1-tailed)	,000
		N	53
Spearman's rho	Qualidade	Correlation Coefficient	,681**
		Sig. (1-tailed)	,000
		N	53

** Correlation is significant at the .01 level (1-tailed).

Verifica-se que o p-value é inferior ao nível de significância de 1% pelo que se rejeita a hipótese nula. A um nível de significância 1% há evidência estatística de correlação positiva entre os factores seleccionados e o nível de qualidade obtido. Ambos os testes (Spearman e Kendall) corroboraram a hipótese de correlação positiva entre factores de qualidade e qualidade na fase de análise.

6.2 Correlacção entre qualidade na análise e qualidade do produto

A qualidade do produto é medida através da questão 5 do módulo de avaliação da qualidade do questionário (Anexo I – Questionário). Os vectores considerados são retirados da norma ISO 9126. Para testar esta hipótese calculou-se a correlação entre cada um dos vectores da qualidade do produto (funcionalidade, fiabilidade, facilidade de utilização, eficiência, facilidade de manutenção e portabilidade) e a qualidade da análise do sistema desenvolvido.

De modo formal pretende-se testar:

H1: A qualidade da análise está significativamente correlacionada com a funcionalidade do sistema de informação;

H2: A qualidade da análise está significativamente correlacionada com a fiabilidade do sistema de informação;

H3: A qualidade da análise está significativamente correlacionada com a facilidade de utilização do sistema de informação;

H4: A qualidade da análise está significativamente correlacionada com a eficiência do sistema de informação;

H5: A qualidade da análise está significativamente correlacionada com a facilidade de manutenção do sistema de informação;

H6: A qualidade da análise está significativamente correlacionada com a portabilidade do sistema de informação.

A correlação testada é de sinal positivo e foram executados os devidos testes de normalidade (Anexo IV – Testes de Normalidade). Os testes aplicados foram os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. A hipótese nula que se pretende testar é de

que a variável é distribuída normalmente. Para o efeito rejeita-se a hipótese nula se p-value é menor ou igual ao nível de significância definido. Conforme se pode verificar no Anexo IV – Testes de Normalidade o valor obtido para o p-value foi sempre de 0,0 para ambos os testes, pelo com um nível de significância de 5% se rejeita a hipótese nula. Há evidência estatística de que as distribuições não são normais a um nível de significância de 5%.

A hipótese nula que se pretende testar é de que as variáveis não estão correlacionadas positivamente. Utilizaram-se os testes de correlação não paramétricos de Kendall e de Spearman (Tabela 23).

Tabela 23 – Correlação qualidade da análise/qualidade do produto

		Funcionalidade	Fiabilidade	Facilidade de utilização	Eficiência	Facilidade de manutenção	Portabilidade
Qualidade na Análise	Kendall's tau_b Correlation	,477**	,318**	,496**	,375**	,372**	,183
	Sig. (1-tailed)	,000	,003	,000	,001	,001	,060
	N	51	53	53	51	53	51
Qualidade na Análise	Spearman's rho Correlation	,550**	,373**	,589**	,460**	,456**	,226
	Sig. (1-tailed)	,000	,003	,000	,000	,000	,056
	N	51	53	53	51	53	51

** Correlation is significant at the 0.01 level (1-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (1-tailed).

Foram executados os testes não paramétricos de Kendall e Spearman. Conforme se pode ver na Tabela 23, a um nível de significância de 5% e 1% apenas não se verifica a hipótese de que a qualidade da análise está significativamente correlacionada com a portabilidade do sistema de informação (todos os testes apontam nesse sentido).

O facto de não existir evidência de correlacção positiva entre qualidade na análise e a portabilidade do sistema de informação deve-se possivelmente ao facto da portabilidade não ser sempre um requisito do sistema. Podemos neste caso ter elevada qualidade na fase de análise e um baixo nível de portabilidade pois não era um requisito do sistema. Seria útil pois colocar a questão aos inquiridos se a portabilidade seria um requisito solicitado para o sistema.

Em relação à funcionalidade, fiabilidade, facilidade de utilização, eficiência e facilidade de manutenção existe evidência estatística de correlacção positiva, ou seja, parece haver evidência que a qualidade do produto (nestas vertentes) está correlacionada com a qualidade na fase de análise.

7. Considerações Finais

Como considerações finais apresentam-se as limitações do estudo, as conclusões que se podem tirar do estudo e algumas pistas para investigações futuras.

7.1 Limitações do estudo

O trabalho desenvolvido apresenta algumas limitações que interessa salientar:

- A dimensão da amostra considerada (53 casos) é uma limitação quando se pretende inferir sobre a realidade ao nível nacional. Teve-se o cuidado, contudo, com a selecção da amostra, por forma a não obter resultados duplicados (inquiridos a avaliar um mesmo projecto), ou resultados menos fiáveis (apenas foram considerados os gestores de projecto).
- As variáveis sobre as quais se testou existência de correlação não apresentaram evidência estatística de terem uma distribuição normal. Usou-se por isso testes de correlação não paramétricos que apresentam a desvantagem de serem menos potentes. Ambos os testes apresentam evidência estatística de correlação positiva, ou seja, corroboram as hipóteses que se pretendem testar.
- Não foram apresentados dados relativos à qualidade no uso no questionário. A qualidade no uso tem que ser medida avaliando a percepção da qualidade por parte do cliente ou utilizador do sistema. Isto implicava a elaboração de outro questionário dirigido a outro interlocutor (utilizador do sistema). O

questionário utilizado tinha o objectivo de aferir sobre a percepção dos responsáveis pelo desenvolvimento do sistema de informação.

- Alguns dos conceitos abordados no questionário podem não ter sido claros para alguns dos inquiridos. Procurou-se obviar este problema através da elaboração de um questionário de teste que permitiu fazer algumas adaptações ao questionário final e apresentando algumas notas com a explicação do conceito sobre o qual se solicitava uma resposta.

7.2 Conclusões

A qualidade deve ser vista de uma forma integrada. Neste estudo abordou-se a qualidade em quatro perspectivas que se relacionam entre si. A qualidade organizacional cria as condições para a melhoria do processo. A melhoria de qualidade do processo é uma das formas de atingir a melhoria da qualidade do produto e melhorar a qualidade do produto é uma forma de melhorar a qualidade percebida pelo cliente (ISO 9126-1 2001).

O estudo deu principal enfoque à qualidade na fase de análise de acordo com a convicção expressa na introdução do trabalho: “A convicção da importância desta fase para a qualidade do sistema de informação e a quantidade de falhas a que está sujeita, quer pela sua complexidade, quer pouca relevância que no terreno lhe é atribuída, coloca-a no centro da investigação deste trabalho”. Para cada uma das tarefas desta fase foram apresentadas algumas linhas de orientação para melhoria da qualidade. Na tarefa de reconhecimento do problema deve-se ter uma resposta clara para um conjunto de questões que abarcam o prazo, fases de desenvolvimento, recursos envolvidos, custos, viabilidade e definição clara do problema. Na tarefa de levantamento de requisitos a

preocupação com a qualidade deve passar pela utilização das técnicas mais adequadas, preocupação com o realismo das expectativas do cliente, percepção das expectativas exacta e completa (tanto quanto possível), e promoção de uma comunicação aberta e activa com o cliente. A especificação de requisitos deve ser clara, não-ambígua, consistente e completa. A revisão da especificação deve ser aplicada quer ao levantamento de requisitos quer à especificação de requisitos e deve garantir que estes representam de forma fiel as necessidades do utilizador e são compreendidos por todos. Os requisitos devem ser geridos ao longo de todo o processo de desenvolvimento, pois a sua evolução é um facto intrínseco ao próprio processo de desenvolvimento.

Depois de revista a bibliografia no que diz respeito à qualidade, ao desenvolvimento de sistemas de informação e à qualidade inserida neste domínio, foi importante e objectivo deste trabalho observar a realidade das empresas que se dedicam ao desenvolvimento de sistemas de informação no que concerne à qualidade. A análise do questionário permitiu retirar algumas conclusões:

- Na avaliação da qualidade organizacional no que concerne à utilização de métricas (de qualidade e de produtividade) revela-se a pouca propensão das empresas a medir. Se partirmos da afirmação “you can’t control what you can’t measure” (DeMarco 1992) e de que as empresas não utilizam outro tipo de métricas, este será porventura um ponto a reflectir quando se pretende melhorar a qualidade. As restantes variáveis apresentam valores razoáveis, destacando-se o nível de enfoque no cliente. A certificação das empresas pode ser um bom ponto de partida.

- Na avaliação da qualidade do processo utilizou-se a escala desenvolvida no CMMI (Capability Maturity Model Integrated), contudo com a limitação expressa no ponto anterior obtem-se um valor (que a ser fidedigno) positivo. A descrição do nível obtido: *“A organização dispõe de um processo de desenvolvimento definido. Existe a preocupação com um processo padronizado para a organização e customizado para cada projecto. O processo é definido, documentado e compreendido”* (CMMI).
- Na avaliação da qualidade do produto (em relação a um projecto em concreto) os resultados são relativamente elevados. Seria interessante comparar estes resultados com o resultado obtido de uma avaliação por parte do cliente. Possivelmente teríamos um enviezamento pelo facto de que quem avalia a qualidade é quem possivelmente mais esteve envolvido para que o nível de qualidade fosse elevado.

Verificou-se evidência de correlacção positiva significante entre os factores de qualidade da análise e o nível de qualidade na fase de análise atingido. Verificou-se igualmente evidência de correlacção entre o nível de qualidade na análise e o nível de qualidade do produto (à excepção do atributo portabilidade cuja explicação poderá residir no facto de não ser um requisito do sistema).

7.3 Orientações para investigações futuras

A problemática da qualidade é um tema recorrente na literatura sobre sistemas de informação. Quando nos focamos na fase de análise as referências bibliográficas reduzem-se significativamente. Muito embora no campo teórico se verifique a

proliferação de estudos, em termos práticos a implementação da qualidade nas empresas é um acontecimento e não a norma, como seria desejável que fosse. Conclui-se que há muito ainda a fazer e como para fazer é necessário reflectir e estruturar uma forma de acção abre-se ainda um vasto campo de investigação. No seguimento do que foi abordado neste trabalho podem-se destacar alguns caminhos de investigação possíveis:

- Estudar a correlacção entre a qualidade da fase de análise e a qualidade percebida pelo cliente (qualidade no uso). Pode existir um desvio na avaliação da qualidade do produto pelo facto de que quem o avalia foi quem o desenvolveu. Este tipo de análise estaria isento desse tipo de ruído.
- Testar a correlacção entre qualidade do produto e qualidade no uso, por forma a aferir as diferentes percepções de qualidade (qualidade na óptica de quem desenvolveu o sistema e qualidade na óptica de quem o utiliza). Este ponto permite averiguar desvios da percepção de quem desenvolve e de quem utiliza o sistema.
- O modelo apresentado pode ser desenvolvido estabelecendo-se uma relação clara (quantificada) entre cada um dos seus vectores (qualidade organizacional, qualidade do processo, qualidade do produto e qualidade no uso).
- Cada um destes vectores de qualidade (qualidade organizacional, qualidade do processo, qualidade do produto e qualidade no uso) pode ser desenvolvido. Podem ser definidos os seus factores de qualidade (factores que contribuem para

a qualidade) e métricas. Poder-se-á analisar de forma detalhada qual o seu *status quo* no nosso país e eventualmente comparar com outras realidades.

- Pode ser desenvolvido um modelo de qualidade na fase de análise com atribuição de peso aos diversos factores de qualidade e definição de uma métrica com atribuição de pesos às diversas variáveis que a poderão compor.

Anexo I – Questionário

Questionário: A Qualidade na Análise de Sistemas de Informação

Gostaria de solicitar a sua colaboração no preenchimento do questionário. O tempo estimado de preenchimento é de 15 minutos e o seu preenchimento deve ser anónimo.

O questionário destina-se ao desenvolvimento de dissertação de mestrado "A Qualidade na Análise de Sistemas de Informação" inserida no mestrado em Gestão de Sistemas de Informação do Instituto Superior de Economia e Gestão (ISEG).

Este questionário não é composto por respostas certas ou erradas, apenas pretende medir qual o nível de qualidade no desenvolvimento de sistemas de informação em organizações que têm como actividade o desenvolvimento de sistemas de informação.

Declara-se que a informação fornecida será tratada confidencialmente, e que o relatório sobre os resultados da pesquisa não vai identificar nem pessoas individuais, nem empresas. Declara-se também que o questionário tem natureza anónima.

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA/INDIVÍDUO

- | | | |
|--|----------------------|------|
| 1. Anos de experiência profissional | <input type="text"/> | Anos |
| 2. Anos a que exerce funções de gestão de projectos | <input type="text"/> | Anos |
| 3. Anos de actividade da empresa em que é colaborador | <input type="text"/> | Anos |
| 4. Número de trabalhadores da empresa em que é colaborador | <input type="text"/> | |
| 5. Volume de negócios da empresa em que é colaborador | <input type="text"/> | € |

QUALIDADE NA ANÁLISE DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

1. Classifique os seguintes factores, em termos de impacto na qualidade do output da fase de análise¹.

(Deve utilizar a escala de valores de 1-Muito baixo a 5-Muito alto. Deve utilizar 0 quando o factor não tem impacto)

- | | |
|--|----------------------|
| Nível de formação em análise de sistemas de informação de quem a realiza | <input type="text"/> |
| Nível de experiência em análise de sistemas de informação de quem a realiza | <input type="text"/> |
| Nível de formação em qualidade de sistemas de informação de quem realiza a análise | <input type="text"/> |
| Comprometimento e empenho do utilizador | <input type="text"/> |
| Gestão da mudança dos requisitos e necessidades do utilizador | <input type="text"/> |
| Empenho da gestão de topo da empresa que usufrui do sistema de informação | <input type="text"/> |
| Aceitação formal dos documentos produzidos | <input type="text"/> |
| Utilização de ferramentas CASE | <input type="text"/> |
| Identificação de requisitos importantes não definidos pelo cliente | <input type="text"/> |
| Disponibilidade dos utilizadores e outras fontes de informação | <input type="text"/> |
| Gestão da qualidade | <input type="text"/> |
| Utilização de métricas de produtividade | <input type="text"/> |
| Utilização de métricas de qualidade | <input type="text"/> |
| Gestão contínua de comunicação com o utilizador | <input type="text"/> |

1 - Fase do processo de desenvolvimento de um sistema de informação que compreende: reconhecimento do problema, levantamento de requisitos, especificação de requisitos e revisão da especificação.

2. Classifique a adequação das seguintes medidas, para avaliar a qualidade na fase de análise.

(Deve utilizar a escala de valores de 1-Muito baixo a 5-Muito alto. Deve utilizar 0 quando o factor não se adequa)

Satisfação do cliente/utilizador em relação ao processo utilizado na fase de análise	<input type="text"/>
Satisfação do cliente/utilizador em relação ao output da fase de análise	<input type="text"/>
Custos de falhas derivadas da fase de análise	<input type="text"/>
Compreensão por parte do cliente dos requisitos especificados e modelos desenvolvidos	<input type="text"/>
Compreensão dos requisitos e modelos, pelo programador ou responsável pelo desenho	<input type="text"/>
Cumprimento dos prazos definidos para a fase de análise	<input type="text"/>
Cumprimento dos custos estimados para a fase de análise	<input type="text"/>

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

1. A organização a que pertence está, ou não, certificada por alguma norma de qualidade?

No caso de ter respondido Sim, indique qual(ais):

2. No âmbito da organização em que está inserido(a), indique como classifica:

(Deve utilizar a escala de valores entre 1-Muito baixo e 5-Muito alto. No caso de não existir qualquer grau de utilização/adopção deve utilizar o valor 0)

Nível de enfoque no cliente	<input type="text"/>
Envolvimento de todos na melhoria da qualidade	<input type="text"/>
Nível de utilização de métricas de qualidade	<input type="text"/>
Nível de utilização de métricas de produtividade	<input type="text"/>
Empenho da gestão de topo para a melhoria da qualidade	<input type="text"/>
Nível de utilização de ferramentas e técnicas adequadas	<input type="text"/>
Nível de formação	<input type="text"/>
Melhoria da qualidade (com actividades permanentes e contínuas)	<input type="text"/>

3. Caracterize a organização em que está inserido(a) em relação à forma que desenvolve sistemas de informação. Para isso, utilize os níveis de maturidade definidos pelo CMMI (Capability Maturity Model Integrated).

(Deve seleccionar apenas uma opção com X)

Nível 1: Inicial	<input type="checkbox"/>
O desenvolvimento de qualidade está dependente da competência das pessoas (processo ad hoc). Os maiores problemas são de gestão e não técnicos. A organização possui um controle de processos informal.	
Nível 2: Gerido	<input type="checkbox"/>
São definidos processos básicos de gestão de projecto para controlo de custos, prazos e funcionalidade. É possível repetir as práticas bem sucedidas em novos projectos.	
Nível 3: Definido	<input type="checkbox"/>
A organização dispõe de um processo de desenvolvimento definido. Existe a preocupação com um processo padronizado para a organização e customizado para cada projecto. O processo é definido, documentado e compreendido.	
Nível 4: Gerido de forma quantitativa	<input type="checkbox"/>
O processo é gerido e medido. É possível prever o desempenho dentro de limites quantificados. O processo é medido de forma a que se possa actuar sobre ele.	
Nível 5: Optimizado	<input type="checkbox"/>
Foco na melhoria contínua do processo, na qual a mudança de tecnologia e as mudanças no próprio processo são geridas de forma a não terem impacto na qualidade do produto final.	

4. Descreva de forma sucinta o último projecto de desenvolvimento de um sistema de informação em que esteve envolvido(a).

5. Avalie o sistema que resultou do último projecto em que esteve envolvido(a). Se tiver uma avaliação formal, ou informal, por parte do cliente, utilize-a para responder à questão.

(Deve utilizar a escala de valores entre 1-Muito mau e 5-Muito bom)

Funcionalidade ¹	<input type="text"/>
Fiabilidade ²	<input type="text"/>
Facilidade de utilização ³	<input type="text"/>
Eficiência ⁴	<input type="text"/>
Facilidade de manutenção ⁵	<input type="text"/>
Portabilidade ⁶	<input type="text"/>

1 - Atributos que caracterizam o que o software faz (atributos funcionais).

2 - Atributos relacionados com a capacidade do software em manter o seu nível de desempenho sob determinadas condições, por períodos de tempo definidos.

3 - Atributos relacionados com o esforço necessário para utilizar o software e a avaliação individual desse uso por um conjunto, designado ou implícito, de utilizadores.

4 - Atributos que respeitam à relação entre o nível de desempenho do software e o nível de recursos usados.

5 - Atributos relacionados com o esforço necessário para efectuar modificações específicas.

6 - Atributos que respeitam à capacidade do software de ser transferível de um ambiente para outro.

6. Em relação ao último projecto em que esteve envolvido(a) e reportando-se à fase de análise, avalie:

(Deve utilizar a escala de valores de 1-Muito baixo a 5-Muito alto. Deve utilizar 0 quando não houve utilização ou aplicação)

Formação em análise de sistemas de informação de quem a realizou	<input type="text"/>
Experiência em análise de sistemas de informação de quem a realizou	<input type="text"/>
Formação em qualidade de sistemas de informação de quem realizou a análise	<input type="text"/>
Comprometimento e empenho do utilizador	<input type="text"/>
Gestão da mudança dos requisitos e necessidades do utilizador	<input type="text"/>
Empenho da gestão de topo da empresa que usufrui do sistema de informação	<input type="text"/>
Aceitação formal dos documentos produzidos	<input type="text"/>
Utilização de ferramentas CASE	<input type="text"/>
Identificação de requisitos importantes não definidos pelo cliente	<input type="text"/>
Disponibilidade dos utilizadores e fontes de informação necessárias	<input type="text"/>
Gestão da qualidade	<input type="text"/>
Utilização de métricas de produtividade	<input type="text"/>
Utilização de métricas de qualidade	<input type="text"/>
Gestão contínua de comunicação com o utilizador	<input type="text"/>

7. Avalie o último projecto em que esteve envolvido(a), com base nos seguintes indicadores.

(Deve utilizar a escala de valores de 1-Muito mau a 5-Muito bom)

Satisfação do cliente/utilizador em relação ao processo de análise utilizado

Satisfação do cliente em relação ao output da fase de análise

Custos de falhas derivadas da fase de análise

Compreensão por parte do cliente dos requisitos especificados e modelos desenvolvidos

Compreensão dos requisitos e modelos, pelo programador ou responsável pelo desenho

Cumprimento dos prazos definidos para a fase de análise

Cumprimento dos custos estimados para a fase de análise

Anexo II – Tabelas de Frequências

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA/INDIVÍDUO

1. Anos de experiência profissional

Anos de experiência					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	4	3	5,7	5,7	5,7
	5	11	20,8	20,8	26,4
	6	7	13,2	13,2	39,6
	7	14	26,4	26,4	66,0
	8	4	7,5	7,5	73,6
	9	4	7,5	7,5	81,1
	10	8	15,1	15,1	96,2
	15	2	3,8	3,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

2. Anos a que exerce funções de gestão de projectos

Anos de gestão de projectos					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	9	17,0	17,0	17,0
	2	12	22,6	22,6	39,6
	3	8	15,1	15,1	54,7
	4	13	24,5	24,5	79,2
	5	4	7,5	7,5	86,8
	6	2	3,8	3,8	90,6
	7	5	9,4	9,4	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

3. Anos de actividade da empresa em que é colaborador

Anos da empresa					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	8	15,1	15,1	15,1
	2	3	5,7	5,7	20,8
	3	3	5,7	5,7	26,4
	4	7	13,2	13,2	39,6
	5	8	15,1	15,1	54,7
	6	3	5,7	5,7	60,4
	8	4	7,5	7,5	67,9
	15	11	20,8	20,8	88,7
	20	3	5,7	5,7	94,3
	28	3	5,7	5,7	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

4. Número de trabalhadores da empresa em que é colaborador

Nº trabalhadores					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	40	12	22,6	25,0	25,0
	70	2	3,8	4,2	29,2
	90	2	3,8	4,2	33,3
	120	12	22,6	25,0	58,3
	130	2	3,8	4,2	62,5
	200	3	5,7	6,3	68,8
	220	3	5,7	6,3	75,0
	780	6	11,3	12,5	87,5
	1000	6	11,3	12,5	100,0
	Total	48	90,6	100,0	
Missing	System	5	9,4		
Total		53	100,0		

5. Volume de negócios da empresa em que é colaborador

Vol. Negócios					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2000000	12	22,6	28,6	28,6
	8000000	12	22,6	28,6	57,1
	10000000	5	9,4	11,9	69,0
	25000000	3	5,7	7,1	76,2
	78000000	6	11,3	14,3	90,5
	125000000	4	7,5	9,5	100,0
	Total	42	79,2	100,0	
Missing	System	11	20,8		
Total		53	100,0		

QUALIDADE NA ANÁLISE DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

1. Classifique os seguintes factores, em termos de impacto na qualidade do output da fase de análise¹.

Nível de formação em análise de sistemas de informação de quem a realiza					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	2	3,8	3,8	3,8
	3	7	13,2	13,2	17,0
	4	37	69,8	69,8	86,8
	5	7	13,2	13,2	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Nível de experiência em análise de sistemas de informação de quem a realiza					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	4	24	45,3	45,3	45,3
	5	29	54,7	54,7	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Nível de formação em qualidade de sistemas de informação de quem realiza a análise					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	8	15,1	15,1	15,1
	3	19	35,8	35,8	50,9
	4	21	39,6	39,6	90,6
	5	5	9,4	9,4	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Comprometimento e empenho do utilizado					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	13	24,5	24,5	24,5
	4	16	30,2	30,2	54,7
	5	24	45,3	45,3	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Gestão da mudança dos requisitos e necessidades do utilizador					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	11	20,8	20,8	20,8
	4	23	43,4	43,4	64,2
	5	19	35,8	35,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Empenho da gestão de topo da empresa que usufrui do sistema de informação					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	8	15,1	15,1	15,1
	3	6	11,3	11,3	26,4
	4	25	47,2	47,2	73,6
	5	14	26,4	26,4	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Aceitação formal dos documentos produzidos					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	3	5,7	5,7	5,7
	2	6	11,3	11,3	17,0
	3	15	28,3	28,3	45,3
	4	13	24,5	24,5	69,8
	5	16	30,2	30,2	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Utilização de ferramentas CASE					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	18	34,0	35,3	35,3
	3	26	49,1	51,0	86,3
	4	7	13,2	13,7	100,0
	Total	51	96,2	100,0	
Missing	System	2	3,8		
Total		53	100,0		

Identificação de requisitos importantes não definidos pelo cliente					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	3	5,7	5,7	5,7
	3	15	28,3	28,3	34,0
	4	27	50,9	50,9	84,9
	5	8	15,1	15,1	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Disponibilidade dos utilizadores e outras fontes de informação					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	16	30,2	30,2	30,2
	4	20	37,7	37,7	67,9
	5	17	32,1	32,1	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Gestão da qualidade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	3	5,7	5,7	5,7
	2	3	5,7	5,7	11,3
	3	9	17,0	17,0	28,3
	4	33	62,3	62,3	90,6
	5	5	9,4	9,4	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Utilização de métricas de produtividade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	2	3,8	3,8	3,8
	2	8	15,1	15,1	18,9
	3	28	52,8	52,8	71,7
	4	13	24,5	24,5	96,2
	5	2	3,8	3,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Utilização de métricas de qualidade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	2	3,8	3,8	3,8
	2	6	11,3	11,3	15,1
	3	29	54,7	54,7	69,8
	4	13	24,5	24,5	94,3
	5	3	5,7	5,7	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Gestão contínua de comunicação com o utilizador					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	6	11,3	11,3	11,3
	4	30	56,6	56,6	67,9
	5	17	32,1	32,1	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

2. Classifique a adequação das seguintes medidas, para avaliar a qualidade na fase de análise.

Satisfação do cliente/utilizador em relação ao processo utilizado na fase de análise					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	3	5,7	5,7	5,7
	3	14	26,4	26,4	32,1
	4	28	52,8	52,8	84,9
	5	8	15,1	15,1	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Satisfação do cliente/utilizador em relação ao output da fase de análise					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	11	20,8	20,8	20,8
	4	22	41,5	41,5	62,3
	5	20	37,7	37,7	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Custos de falhas derivadas da fase de análise					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	8	15,1	16,0	16,0
	3	19	35,8	38,0	54,0
	4	14	26,4	28,0	82,0
	5	9	17,0	18,0	100,0
	Total	50	94,3	100,0	
Missing	System	3	5,7		
Total		53	100,0		

Compreensão por parte do cliente dos requisitos especificados e modelos desenvolvidos					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	18	34,0	34,0	34,0
	4	13	24,5	24,5	58,5
	5	22	41,5	41,5	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Compreensão dos requisitos e modelos, pelo programador ou responsável pelo desenho					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	11	20,8	20,8	20,8
	4	17	32,1	32,1	52,8
	5	25	47,2	47,2	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Cumprimento dos prazos definidos para a fase de análise					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	6	11,3	11,3	11,3
	3	23	43,4	43,4	54,7
	4	21	39,6	39,6	94,3
	5	3	5,7	5,7	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Cumprimento dos custos estimados para a fase de análise					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	6	11,3	11,3	11,3
	3	23	43,4	43,4	54,7
	4	21	39,6	39,6	94,3
	5	3	5,7	5,7	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

1. A organização a que pertence está, ou não, certificada por alguma norma de qualidade?

Certificação					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Sim	12	22,6	75,0	75,0
	Não	4	7,5	25,0	100,0
	Total	16	30,2	100,0	
Missing	System	37	69,8		
Total		53	100,0		

Descrição da certificação					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid		27	50,9	50,9	50,9
	9001	23	43,4	43,4	94,3
	9002	3	5,7	5,7	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

2. No âmbito da organização em que está inserido(a), indique como classifica:

Nível de enfoque no cliente					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	23	43,4	43,4	43,4
	4	19	35,8	35,8	79,2
	5	11	20,8	20,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Envolvimento de todos na melhoria da qualidade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	2	3,8	3,8	3,8
	2	13	24,5	24,5	28,3
	3	18	34,0	34,0	62,3
	4	18	34,0	34,0	96,2
	5	2	3,8	3,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Nível de utilização de métricas de qualidade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	3	5,7	5,7	5,7
	1	7	13,2	13,2	18,9
	2	13	24,5	24,5	43,4
	3	23	43,4	43,4	86,8
	4	7	13,2	13,2	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Nível de utilização de métricas de produtividade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	5	9,4	9,4	9,4
	2	7	13,2	13,2	22,6
	3	26	49,1	49,1	71,7
	4	15	28,3	28,3	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Empenho da gestão de topo para a melhoria da qualidade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	4	7,5	7,5	7,5
	2	8	15,1	15,1	22,6
	3	10	18,9	18,9	41,5
	4	20	37,7	37,7	79,2
	5	11	20,8	20,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Nível de utilização de ferramentas e técnicas adequadas					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	2	3,8	3,8	3,8
	2	3	5,7	5,7	9,4
	3	25	47,2	47,2	56,6
	4	21	39,6	39,6	96,2
	5	2	3,8	3,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Nível de formação					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	2	3,8	3,8	3,8
	2	5	9,4	9,4	13,2
	3	23	43,4	43,4	56,6
	4	23	43,4	43,4	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Melhoria da qualidade (com actividades permanentes e contínuas)					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	5	9,4	9,4	9,4
	2	6	11,3	11,3	20,8
	3	24	45,3	45,3	66,0
	4	16	30,2	30,2	96,2
	5	2	3,8	3,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

3. Caracterize a organização em que está inserido(a) em relação à forma que desenvolve sistemas de informação. Para isso, utilize os níveis de maturidade definidos pelo CMMI (Capability Maturity Model Integrated).

Caracterização CMMI					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	4	7,5	8,0	8,0
	2	18	34,0	36,0	44,0
	3	11	20,8	22,0	66,0
	4	12	22,6	24,0	90,0
	5	5	9,4	10,0	100,0
	Total	50	94,3	100,0	
Missing	System	3	5,7		
Total		53	100,0		

5. Avalie o sistema que resultou do último projecto em que esteve envolvido(a). Se tiver uma avaliação formal, ou informal, por parte do cliente, utilize-a para responder à questão.

Funcionalidade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	2	3,8	3,9	3,9
	4	40	75,5	78,4	82,4
	5	9	17,0	17,6	100,0
	Total	51	96,2	100,0	
Missing	System	2	3,8		
Total		53	100,0		

Fiabilidade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	13	24,5	24,5	24,5
	4	36	67,9	67,9	92,5
	5	4	7,5	7,5	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Facilidade de utilização					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	2	3,8	3,8	3,8
	3	11	20,8	20,8	24,5
	4	34	64,2	64,2	88,7
	5	6	11,3	11,3	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Eficiência					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	8	15,1	15,7	15,7
	4	31	58,5	60,8	76,5
	5	12	22,6	23,5	100,0
	Total	51	96,2	100,0	
Missing	System	2	3,8		
Total		53	100,0		

Facilidade de manutenção					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	17	32,1	32,1	32,1
	4	30	56,6	56,6	88,7
	5	6	11,3	11,3	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Portabilidade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	5	9,4	9,8	9,8
	3	9	17,0	17,6	27,5
	4	37	69,8	72,5	100,0
	Total	51	96,2	100,0	
Missing	System	2	3,8		
Total		53	100,0		

6. Em relação ao último projecto em que esteve envolvido(a) e reportando-se à fase de análise, avalie:

Formação em análise de sistemas de informação de quem a realizou					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	2	3,8	3,8	3,8
	3	13	24,5	24,5	28,3
	4	36	67,9	67,9	96,2
	5	2	3,8	3,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Experiência em análise de sistemas de informação de quem a realizou

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	10	18,9	18,9	18,9
	4	41	77,4	77,4	96,2
	5	2	3,8	3,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Formação em qualidade de sistemas de informação de quem realizou a análise

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	9	17,0	17,0	17,0
	3	25	47,2	47,2	64,2
	4	19	35,8	35,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Comprometimento e empenho do utilizador

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	11	20,8	20,8	20,8
	3	23	43,4	43,4	64,2
	4	11	20,8	20,8	84,9
	5	8	15,1	15,1	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Gestão da mudança dos requisitos e necessidades do utilizador

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	3	5,7	5,7	5,7
	2	11	20,8	20,8	26,4
	3	15	28,3	28,3	54,7
	4	24	45,3	45,3	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Empenho da gestão de topo da empresa que usufrui do sistema de informação

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	8	15,1	15,1	15,1
	3	14	26,4	26,4	41,5
	4	29	54,7	54,7	96,2
	5	2	3,8	3,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Aceitação formal dos documentos produzidos					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	6	11,3	11,3	11,3
	1	5	9,4	9,4	20,8
	2	12	22,6	22,6	43,4
	3	15	28,3	28,3	71,7
	4	13	24,5	24,5	96,2
	5	2	3,8	3,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Utilização de ferramentas CASE					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	22	41,5	44,0	44,0
	1	4	7,5	8,0	52,0
	2	8	15,1	16,0	68,0
	3	16	30,2	32,0	100,0
	Total	50	94,3	100,0	
Missing	System	3	5,7		
Total		53	100,0		

Identificação de requisitos importantes não definidos pelo cliente					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	2	3,8	3,8	3,8
	2	2	3,8	3,8	7,5
	3	26	49,1	49,1	56,6
	4	15	28,3	28,3	84,9
	5	8	15,1	15,1	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Disponibilidade dos utilizadores e fontes de informação necessárias					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	8	15,1	15,1	15,1
	3	19	35,8	35,8	50,9
	4	21	39,6	39,6	90,6
	5	5	9,4	9,4	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Gestão da qualidade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	6	11,3	11,3	11,3
	1	3	5,7	5,7	17,0
	2	12	22,6	22,6	39,6
	3	23	43,4	43,4	83,0
	4	6	11,3	11,3	94,3
	5	3	5,7	5,7	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Utilização de métricas de produtividade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	11	20,8	20,8	20,8
	1	2	3,8	3,8	24,5
	2	17	32,1	32,1	56,6
	3	14	26,4	26,4	83,0
	4	7	13,2	13,2	96,2
	5	2	3,8	3,8	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Utilização de métricas de qualidade					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	14	26,4	26,4	26,4
	1	4	7,5	7,5	34,0
	2	12	22,6	22,6	56,6
	3	23	43,4	43,4	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Gestão contínua de comunicação com o utilizador					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	8	15,1	15,1	15,1
	3	5	9,4	9,4	24,5
	4	30	56,6	56,6	81,1
	5	10	18,9	18,9	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

7. Avalie o último projecto em que esteve envolvido(a), com base nos seguintes indicadores.

Satisfação do cliente/utilizador em relação ao processo de análise utilizado					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	18	34,0	34,0	34,0
	4	32	60,4	60,4	94,3
	5	3	5,7	5,7	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Satisfação do cliente em relação ao output da fase de análise					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	2	3,8	3,8	3,8
	3	16	30,2	30,2	34,0
	4	31	58,5	58,5	92,5
	5	4	7,5	7,5	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Custos de falhas derivadas da fase de análise					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	0	5	9,4	9,4	9,4
	2	8	15,1	15,1	24,5
	3	25	47,2	47,2	71,7
	4	12	22,6	22,6	94,3
	5	3	5,7	5,7	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Compreensão por parte do cliente dos requisitos especificados e modelos desenvolvidos					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	7	13,2	13,2	13,2
	3	16	30,2	30,2	43,4
	4	26	49,1	49,1	92,5
	5	4	7,5	7,5	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Compreensão dos requisitos e modelos, pelo programador ou responsável pelo desenho					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	3	13	24,5	24,5	24,5
	4	33	62,3	62,3	86,8
	5	7	13,2	13,2	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Cumprimento dos prazos definidos para a fase de análise					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	11	20,8	20,8	20,8
	3	13	24,5	24,5	45,3
	4	16	30,2	30,2	75,5
	5	13	24,5	24,5	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Cumprimento dos custos estimados para a fase de análise					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	11	20,8	20,8	20,8
	3	15	28,3	28,3	49,1
	4	17	32,1	32,1	81,1
	5	10	18,9	18,9	100,0
	Total	53	100,0	100,0	

Anexo III – Estatísticas Descritivas

CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA/INDIVÍDUO

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Anos de experiência	53	4	15	7,26	2,379
Anos de gestão de projectos	53	1	7	3,32	1,806
Anos da empresa	53	1	28	8,49	7,505
Nº trabalhadores	48	40	1000	300,83	351,996
Vol. Negócios	42	2000000	12500000	28880952,38	40473539,915
Valid N (listwise)	42				

QUALIDADE NA ANÁLISE DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

1. Classifique os seguintes factores, em termos de impacto na qualidade do output da fase de análise¹.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Formação em análise de SI	53	2	5	3,92	,646
Experiência em análise de SI	53	4	5	4,55	,503
Formação em qualidade de SI	53	2	5	3,43	,866
Comprometimento do utilizador	53	3	5	4,21	,817
Gestão da mudança	53	3	5	4,15	,744
Empenho da gestão de topo	53	2	5	3,85	,988
Aceitação formal de documentos	53	1	5	3,62	1,197
Ferramentas CASE	51	2	4	2,78	,673
Identificação de requisitos não definidos	53	2	5	3,75	,782
Disponibilidade do utilizador	53	3	5	4,02	,796
Gestão da qualidade	53	1	5	3,64	,942
Utilização de métricas de produtividade	53	1	5	3,09	,838
Utilização de métricas de qualidade	53	1	5	3,17	,849
Gestão da comunicação	53	3	5	4,21	,631
Valid N (listwise)	51				

2. Classifique a adequação das seguintes medidas, para avaliar a qualidade na fase de análise.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Satisfação em relação ao processo	53	2	5	3,77	,776
Satisfação em relação ao output	53	3	5	4,17	,753
Custos das falhas	50	2	5	3,48	,974
Compreensão dos requisitos pelo cliente	53	3	5	4,08	,874
Compreensão dos requisitos pelo programador	53	3	5	4,26	,788
Cumprimento dos prazos	53	2	5	3,40	,768
Cumprimento dos custos	53	2	5	3,40	,768
Valid N (listwise)	50				

AValiação DA QUALIDADE

2. No âmbito da organização em que está inserido(a), indique como classifica:

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Nível de enfoque no cliente	53	3	5	3,77	,776
Envolvimento de todos na melhoria	53	1	5	3,09	,946
Nível de utilização de métricas de qualidade	53	0	4	2,45	1,066
Nível de utilização de métricas de produtividade	53	1	4	2,96	,898
Empenho da gestão de topo	53	1	5	3,49	1,203
Nível de utilização de ferramentas e técnicas	53	1	5	3,34	,807
Nível de formação	53	1	4	3,26	,788
Melhoria da qualidade permanente	53	1	5	3,08	,978
Valid N (listwise)	53				

5. Avalie o sistema que resultou do último projecto em que esteve envolvido(a). Se tiver uma avaliação formal, ou informal, por parte do cliente, utilize-a para responder à questão.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Funcionalidade	51	3	5	4,14	,448
Fiabilidade	53	3	5	3,83	,545
Facilidade de utilização	53	2	5	3,83	,672
Eficiência	51	3	5	4,08	,627
Facilidade de manutenção	53	3	5	3,79	,631
Portabilidade	51	2	4	3,63	,662
Valid N (listwise)	51				

6. Em relação ao último projecto em que esteve envolvido(a) e reportando-se à fase de análise, avalie:

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Formação em análise de SI	53	2	5	3,72	,601
Experiência em análise de SI	53	3	5	3,85	,456
Formação em qualidade de SI	53	2	4	3,19	,709
Comprometimento do utilizador	53	2	5	3,30	,972
Gestão da mudança	53	1	4	3,13	,941
Empenho da gestão de topo	53	2	5	3,47	,799
Aceitação formal de documentos	53	0	5	2,57	1,366
Ferramentas CASE	50	0	3	1,36	1,336
Identificação de requisitos não definidos	53	0	5	3,43	1,047
Disponibilidade do utilizador	53	2	5	3,43	,866
Gestão da qualidade	53	0	5	2,55	1,280
Utilização de métricas de produtividade	53	0	5	2,19	1,415
Utilização de métricas de qualidade	53	0	3	1,83	1,252
Gestão da comunicação	53	2	5	3,79	,927
Valid N (listwise)	50				

7. Avalie o último projecto em que esteve envolvido(a), com base nos seguintes indicadores.

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Satisfação em relação ao processo	53	3	5	3,72	,568
Satisfação em relação ao output	53	2	5	3,70	,668
Custos das falhas	53	0	5	2,91	1,213
Compreensão dos requisitos pelo cliente	53	2	5	3,51	,823
Compreensão dos requisitos pelo programador	53	3	5	3,89	,610
Cumprimento dos prazos	53	2	5	3,58	1,082
Cumprimento dos custos	53	2	5	3,49	1,031
Valid N (listwise)	53				

Anexo IV - Testes de Normalidade

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Funcionalidade	,444	51	,000	,605	51	,000
Fiabilidade	,370	51	,000	,725	51	,000
Facilidade de utilização	,352	51	,000	,743	51	,000
Eficiência	,314	51	,000	,778	51	,000
Facilidade de manutenção	,298	51	,000	,779	51	,000
Portabilidade	,439	51	,000	,598	51	,000

(a) Lilliefors Significance Correction

	Kolmogorov-Smirnov(a)			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Medida de qualidade da análise	,137	53	,015	,943	53	,013
Factores de qualidade na análise	,127	53	,033	,938	53	,008

(a) Lilliefors Significance Correction

Bibliografia

Abreu, F. (2000a), “Normalização em Engenharia de Software”, *Seminário Qualidade no Software*, Instituto Superior de Economia e Gestão.

Abreu, F. (2000b), “Avaliação da Maturidade do Processo”, *Seminário Qualidade no Software*, Instituto Superior de Economia e Gestão.

Akao, Y. (1997), “QFD: Past, Present and Future”, *International Symposium on QFD – Linköping*, Asahi University.

Anderson, J., Rungtusanatham, M. e Schroeder, R. (1994), “A theory of quality management underlying the Deming management method”, *Academy of Management Review*, Vol.19, No.3, pp.472-509.

António, N. (1995), *Quality management: 100 questions and answers*, Macau Foundation.

António, N. (1991), *Qualidade – Teoria e Prática*, Edições Sílabo, Lda, pag 71-107.

Basto, A. (2000), “Factores Críticos de Sucesso na Implementação de um Sistema de Gestão pela Qualidade Total”, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Economia e Gestão, pp. 1-52.

Beyer, H. e Holtzblatt, K. (1995), “Apprenticing with customer”, *Communications of the ACM*, Vol.38, No.5, pp.45-52.

Bolt, A. e Mazur, G. H. (1999), “Jurassic QFD: Integrating Service and Product Quality Function Deployment”, *The Eleventh Symposium on Quality Function Deployment*, Michigan.

Britton, C. e Doake, J. (2003), *Software System Development: A Gentle Introduction*, McGraw-Hill Education (UK), pp. 8-44.

Brooks Jr, F. P. (1986), “No Silver Bullet: Essence and Accidents of Software Engineering”, *Computer*, Vol.20, No.4, pp. 10-19.

Browne, G. e Rogich, M. (2001), “An Empirical Investigation of User Requirements Elicitation: Comparing the Effectiveness of Prompting Techniques”, *Journal of Management Information Systems*, Vol.17, No.4, pp. 223-249.

Byrd, T., Cossick, K. e Zmud, R. (1992), “A Synthesis of Research on Requirements Analysis and knowledge Acquisition Techniques”, *MIS Quarterly*, Vol.16, No.1, pp.

117-138.

Capitolino, V. (2001), “A Qualidade como Factor de Competitividade – Relevância no processo de Internacionalização num contexto de Globalização dos mercados”, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Economia e Gestão, pp. 45-67.

Carr, J. (2000), “Requirements engineering and management: the key to design quality complex systems”, Vol.12, *The TQM Magazine*.

Cheon, M. e Stylianou, A. (2001), “Total Quality Management for Information Systems: An Empirical Investigation”, *Journal of Global Information Technology Management*, Vol.4, No.4, pp. 32-53.

Dale, B. (1994), *Managing Quality*, Prentice Hall International.

Davis, G. (1982), “Strategies for information requirements determination”, *IBM Systems Journal*, Vol.21, No.1, pp. 4-30.

DeMarco, T. (1982), *Controlling Software Projects: Management Measurement & Estimation*, Yourdon Press, New York.

Deming, W. (1986), *Out of the Crisis*, Cambridge: MIT Press.

Devor, R., Chang, T. e Sutherland, J. (1992), *Statistical Quality Design and Control: Contemporary Concepts and Methods*, Macmillan Publishing Company.

Domingues, I. (2000), “Gestão da Qualidade nas Organizações Industriais: Procedimentos, práticas e paradoxos”, UMI – Braga.

Elmuti, D., Kathawala, Y. e Wayland, R. (1992), “Traditional Performance Appraisal Systems: The Deming Challenge”, *Management Decision*, Vol.30, No.8, pp.42-48.

Farto, E. (1997), “As Normas de Qualidade na Gestão de Projectos Informáticos”, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Economia e Gestão.

Feigenbaum, A. (1992), “Technology in Quality: A Means to an End”, *Quality*, pp.22-25.

Feo, J. (2001), “How the future will impact quality”, *Quality*, Vol.40, pp.40-48.

Furtado, A. (2002), “O Impacte de Sistemas de Qualidade Certificados no Desempenho das Empresas Portuguesas”, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Economia e Gestão, pp. 14-24.

Ganhão, F. (1991), *A Qualidade Total*, Centro para o Desenvolvimento e Inovação Tecnológica.

Ganhão, F. (1994), *Gestão da Qualidade*, Instituto de Apoio às Pequenas e Médias Empresas e ao Investimento.

Garvin, D. (1988), *Managing Quality: The Strategic and Competitive Edge*, The Free Press.

Ghezzi, C., Jazayeri, M. e Mandrioli, D. (1991), *Fundamentals of Software Engineering*, Prentice-Hall International.

Gibson, M. e Hughes, C. (1994), *System Analysis and Design: Comprehensive Methodology with CASE*, Boyd & Fraser Publishing Company.

Goetsch, D. e Davis, S. (1997), *Introduction to Total Quality – Quality Management for Production, Processing, and Services*, Prentice Hall, pp. 1-30.

Gong, B., Yen, D. e Chou D. (1997), “A manager’s guide to total quality software design”, *Industrial Management + Data Systems*, Vol.98, pp. 100-107.

Grady, R. (1993), “Practical results from measuring software quality”, *Association for Computing Machinery*, Vol.36, No.11, pp. 62-68.

Hill, M., Hill, A. (2001), *Investigação por questionário*, Edições Sílabo.

Instituto Português de Qualidade, website < www.ipq.pt >, consultado em 12 de Janeiro, 2004.

ISO/IEC 12207 (1995), “Information technology – Software life cycle processes”.

ISO/IEC 12207 (2002), “Information technology – Software life cycle processes – Amendment 1”.

ISO/IEC 14598-5 (1998), “Information technology – Software product evaluation – Part 5: Process for evaluators”.

ISO/IEC 15504-2 (2003), “Software engineering –Process assessment – Part 2: Performing an assessment”.

ISO/IEC 9000-3 (2004), “Software engineering – Guidelines for the application of ISO 9001:2000 to computer software”.

ISO/IEC 9126-1 (2001), “Software engineering – Product quality – Part 1: Quality model”.

ISO/IEC TR 15504-1 (1998), “Information technology – Software process assessment – Part 1: Concepts and introductory guide”.

ISO/IEC TR 15504-5 (1998), “Information technology – Software process assessment – Part 5: An assessment model and indicator guidance”.

ISO/IEC TR 15504-9 (1998), “Information technology – Software process assessment – Part 9: Vocabulary”.

ISO/IEC TR 19760 (2003), “Systems engineering – A guide for the application of ISO/IEC 15288 (System life cycle processes)”.

ISO/IEC TR 9126-2 (2003), “Software engineering – Product quality – Part 2: External metrics”.

ISO/IEC TR 9126-3 (2003), “Software engineering – Product quality – Part 3: Internal metrics”.

JURAN, J. M. (1993), “Assessing quality growth in the US”, *Quality*, Vol.32, pp.48-56.

Kotonya, G. e Sommerville, I. (2002), *Requirements Engineering, Processes and Techniques*, John Wiley & Sons.

Krüger, V. (2001), “Main Schools of TQM: The big five”, *The TQM Magazine*, Vol.13, No.3, pp.146-155.

Laudon, K. e Laudon, J. (1991), *Management Information Systems: A Contemporary Perspective*, Macmillan Publishing Company, pp.503-620.

Leal, R. (1999), “Gestão da Qualidade em Serviços Bancários: Análise de Falhas e Recuperação de Serviço”, Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, pp.1-66.

Litsikas, M. (1995), “No One Can Afford to Buy Cheap Anymore – Interview with Armand Feigenbaum”, *Quality*, pp.37-40.

MacDonnel, J. (1994), “The Route to Total Quality Management – Part One”, *Managing Service Quality*, Vol. 4, No.3, pp.41-45.

Martin, E., Hoffer, J., DeHayes, D. e Perkins, W. (1994), *Managing Information Technology: What Managers Need to Know*, Macmillan Publishing Company.

Mazur, G. (1993), “QFD for Service Industries: From Voice of Customer to task Deployment”, *The Fifth Symposium on Quality Function Deployment*, Michigan.

Morais, J. (1996), “A qualidade na perspectiva estratégica da gestão”, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Economia e Gestão, pp. 47-137.

NP 4239 (1994), “Bases para a quantificação dos custos de qualidade”, Instituto Português da Qualidade.

NP EN ISO 9000 (2000), “Sistemas de gestão da qualidade: Fundamentos e vocabulário”, Instituto Português da Qualidade.

NP EN ISO 9001 (2000), “Sistemas de gestão da qualidade: Requisitos”, Instituto Português de Qualidade.

Palvia, S., Sharma, R. e Conrath D. (2001), “A socio-technical framework for quality assessment of computer information systems”, *Industrial Management & Data Systems*, MCB University Press, Vol.101, No.5, pag. 237-251.

Paulk, M., Bill, C., Chrissis, M. e Weber, C. (1993b), *The Capability Maturity Model for Software*, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.

Paulk, M., Weber, C., Garcia, S., Chrissis, M. e Bush, M. (1993a), *Key Practices of the Capability Maturity Model, VersionSM 1.1*, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.

Pêgo, V. (2002), “O impacto das práticas da qualidade no desempenho e competitividade das empresas industriais dos distritos da Guarda e Castelo Branco”, Universidade da Beira Interior, Departamento de Gestão e Economia, pp. 1-64.

Pfleeger, S. (1991), *Software Engineering: The Production of Quality Software*, Maxwell MacMillan International Editions.

Pires, A. (2000), *Qualidade – Sistemas de gestão da qualidade*, Edições Sílabo, Lda.

Pitt, L., Watson, R. e Kavan, C. (1995), “Service Quality: A Measure of Information Systems Effectiveness”, *MIS Quarterly*, Vol.19, No.2, pp. 173-187.

PMI – Project Management Institute (2000), *A guide to the project management body of knowledge*, Project Management Institute, Inc.

Pressman, R. (2001), *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, McGraw-Hill.

Project Management Institute, website < www.pmi.org >, consultado em 1 de Março, 2004.

QFD Institute, website < www.qfdi.org >, consultado em 14 de Fevereiro, 2004.

Rae, A., Robert, P. e Hausen, H. (1995), *Software Evaluation for Certification: Principles, Practice and Legal Liability*, International Software Quality Assurance Series, McGraw-Hill Book Company Europe, pp.165-208.

Robillard, P. (1999), “The role of knowledge in software development”, *Association for Computing Machinery*, Vol.42, pp.87-92.

Ross, J. (1994), *Total Quality Management: Text, Cases and Readings*, Kogan Page Ltd.

Salviano, C. (2003), “Tutorial: Introdução aos Modelos CMM, ISO/IEC 15504 (SPICE e CMMI)”, *V Simpósio Internacional de Melhoria de Processo de Software*, Recife.

Sarah, P. (2001), “Spotlight on Armand Feigenbaum”, *Measuring Business Excellence*, MCB University Press, Vol.5, No.2, pp.45-48.

Silva, A. e Videira, C. (2001), *UML, Metodologias e Ferramentas CASE*, Centro Atlântico, Lda.

Siviy, J. (2003), *Your Six Sigma Measurement Infrastructure...And Beyond!*, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University.

Software Engineering Institute, website < www.sei.cmu.edu >, consultado em 17 de Março, 2004

Stair, R. (1992), *Principles of Information Systems: A Managerial Approach*, boyd & fraser publishing company.

Standish Group (1994), *The Chaos Report*.

Standish Group (1995), *Unfinished Voyages – A Follow-Up to The Chaos Report*

Standish Group (1999), *Chaos: A Recipe for Success*.

Standish Group (2001), *Extreme Chaos*.

Stewart, T. (1999), “A conversation with Joseph Juran”, *Fortune*, Vol.139, pp.168-170.

Townsend, P. e Gebhardt, J. (1992), *Quality in Action – 93 Lessons in Leadership, Participation, and Measurement*, John Wiley & Sons, Inc.

Turban, E., Mclean, E. e Wetherbe, J. (1999), *Information Technology for Management: Making Connections for Strategic Advantage*, John Wiley & Sons. Inc pp.602-644.

Tuunanen, T. (2003), "A New Perspective on Requirements Elicitation Methods", *The Journal of Information Technology Theory and Application*, Vol.5, No.3, pp. 45-72.

Ward, J. (1994), "Meeting Customer Requirements", *Information Systems Management*, pp. 75-78.

Witzel, M. (2003), "Quality put into practice: Guru Guide Joseph Juran: Morgen Witzel on a visionary who saw quality management as a systematic corporate process", *Financial Times*, London.

Wu, M. e Wu, S. (1994), *System Analysis and Design*, West Publishing Company.

Yourdon, E. (1992), *Decline & Fall of the American Programmer*, Yourdon Press, Prentice Hall.